

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de Biologie appliquée

قسم البيولوجيا التطبيقية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biotechnologiques

Spécialité : Biotechnologie et contrôle qualité

Et de l'obtention du diplôme Startup- Brevet dans le cadre de l'arrêté
ministériel 1275

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Crème cicatrisante naturelle à base de la plante *Atractylis*
**(Screening phytochimique, évaluation de l'activité
antimicrobienne et cicatrisante)**

Présenté par : AMZEL Chaima

Le 25/06/2023

BOUZEBRA Selma

Jury d'évaluation :

Président : Dr. AZZOUZ Sarah

MCB. UFM. Constantine 1.

Encadreur : Dr. GHERBOUDJ Ouissem

MCB. UFM. Constantine 1.

Examineur : Dr. BATAICHE Insaf

MCB. UFM. Constantine 1.

Année universitaire : 2022-2023

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*À la source de mon bonheur et mon modèle dans la vie, mes chers parents
Allaoua et Saida, aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour pour*

VOUS

*« Que Dieu vous garde et vous accorde longue vie pleine de bonheur et de
bonne santé ».*

À ma chère encadrante qui m'a beaucoup aidée : Madame Gherboudj

Ouisseem,

À ma chère binôme Selma et sa famille.

À mes frères Mounir, Raouf et Raid,

À Mes sœurs Wafa, Karima, Khalida, Hala, Chahra, Manal et Ikram,

*À mes collègues Imane, Faiza, Samah et Anfel avec qui j'ai partagé des
moments heureux.*

À toutes les personnes qui me tiennent à cœur et à celles qui m'aiment.

Chaima

Dédicaces

À mon ordinateur portable, qui a supporté mes cris de désespoir et mes larmes tout au long de ce mémoire.

À mon sac à dos qui m'a accompagné tout au long de mes voyages et qui a enduré toutes les épreuves avec moi.

À moi-même du futur, qui regardera en arrière sur ce mémoire et se demandera pourquoi j'ai pris tout cela trop au sérieux. Mais pour l'instant, je suis fière de moi.

À mes parents, ma sœur et mon frère...

Je dédie ce mémoire.

Selma

Remerciements

A notre encadrante, Mme Ouissem GHERBOUDJ Docteur à l'université de Constantine 1, pour toutes ses orientations pertinentes et pour sa disponibilité ;

Nos sincères remerciements vont :

- A Madame Sarah AZZOUZ, Docteur à l'université de Constantine 1

Pour avoir accepté de présider ce jury ;

- A Madame Insaf BATAICHE, Docteur à l'université de Constantine 1

Pour avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce travail avec attention ;

- A monsieur le directeur de l'institut des Sciences Vétérinaires Université Constantine1 Professeur BERERHI Hacene et à Dr BEROUAL Katiba du laboratoire de Recherche pharmacotoxicologie « LURPHATOX » de l'institut des Sciences Vétérinaires Université Constantine1, pour leur accueil tout au long de notre mémoire.

On remercie en fin monsieur et madame AMZEL, cabinet Dr.BIDEL et cabinet de comptabilité et de commissariat aux comptes « CC&CC » qui ont contribué par leur aide au bon déroulement de ce travail.

Résumé

Ce mémoire se concentre sur l'étude de la peau, des brûlures et du processus de cicatrisation. Les travaux comprennent l'évaluation de l'efficacité de l'extrait brut d'une plante Algérienne du genre *Atractylis* dans le traitement des brûlures.

Le criblage phytochimique de l'extrait de la plante *Atractylis* a révélé la présence de différentes classes de métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les saponosides et les triterpènes. Ces composés sont connus pour leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et cicatrisantes, qui pourraient contribuer à l'efficacité de l'extrait dans le traitement des brûlures.

L'évaluation de l'activité antibactérienne a montré que les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, qui sont couramment associées aux infections cutanées, étaient sensibles à l'extrait brut étudié avec des diamètres d'inhibition de $(19,52 \pm 0,82)$ et $(14,50 \pm 1,83)$ mm respectivement. Cela suggère que l'extrait de la plante *Atractylis* possède des propriétés antimicrobiennes efficaces contre ces bactéries redoutées. En revanche, aucune activité antimicrobienne n'a été observée contre les souches *Escherichia coli* et *Bacillus cereus*.

En ce qui concerne l'évaluation de l'efficacité de cette plante dans la cicatrisation des brûlures expérimentales chez les lapins, les résultats ont démontré des effets bénéfiques significatifs. La plante *Atractylis* a favorisé la réduction de la surface des plaies dès les premiers jours de traitement avec un taux de contraction de 70,95% à J₀₉, et a conduit à une réépithélialisation complète des plaies (100%) à J₂₁.

Ces résultats révèlent que l'extrait de la plante du genre *Atractylis* pourrait être utilisé dans le traitement des brûlures en raison de ses propriétés antimicrobiennes et cicatrisantes. Cependant, des études supplémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats et mieux comprendre les mécanismes d'action inclus.

Mots clés : *Atractylis*, Screening phytochimique, Activité antibactérienne, Cicatrisation des brûlures.

Abstract

This thesis focuses on the study of skin, burns, and the healing process. The work includes evaluating the efficacy of the crude extract from an Algerian plant of the *Atractylis* genus in burn treatment.

The phytochemical screening of the *Atractylis* plant extract revealed the presence of various classes of secondary metabolites such as polyphenols, flavonoids, saponins, and triterpenes. These compounds are known for their antioxidant, antimicrobial, and healing properties, which could contribute to the effectiveness of the extract in burn treatment.

The evaluation of antibacterial activity showed that the bacterial strains *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*, commonly associated with skin infections, were susceptible to the studied crude extract with inhibition zone diameters of (19.52 ± 0.82) mm and (14.50 ± 1.83) mm, respectively. This suggests that the *Atractylis* plant extract possesses effective antimicrobial properties against these dreaded bacteria. However, no antimicrobial activity was observed against *Escherichia coli* and *Bacillus cereus*.

Regarding the evaluation of the plant's effectiveness in healing experimental burns in rabbits, the results demonstrated significant beneficial effects. The *Atractylis* plant promoted the reduction of wound surface area from the early days of treatment with a contraction rate of 70.95% on Day 9, and led to complete reepithelialization (100%) of the wounds on Day 21.

These results reveal that the extract from the *Atractylis* plant genus could be used in burn treatment due to its antimicrobial and healing properties. However, further studies are necessary to confirm these results and gain a better understanding of the underlying mechanisms of action.

Keywords: *Atractylis*, Phytochemical screening, Antibacterial activity, Burn healing

ملخص

تركز هذه المذكرة على دراسة الجلد والحروق وعملية الشفاء منها. يتضمن العمل تقييم فعالية المستخلص الخام لنبات جزائري من جنس *Atractylis* في علاج الحروق.

كشفت الفحص الكيميائي النباتي لمستخلص نبات *Atractylis* عن وجود فئات مختلفة من المركبات الثانوية مثل البوليفينول، الفلافونويد، الصابونوسيدات و التريتربينات. تشتهر هذه المركبات بخصائصها المضادة للأكسدة وخصائص علاجية يمكن أن تساهم في فعالية المستخلص في علاج الحروق.

أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا أن السلالات البكتيرية *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* و التي ترتبط عادة بالتهابات الجلد، كانت حساسة للمستخلص الخام الذي تمت دراسته بأقطار تثبيط (19.52 ± 0.82) و (1.83 ± 14.50) ميليمتر على التوالي، يشير هذا إلى أن مستخلص نبات *Atractylis* له خصائص فعالة مضادة للميكروبات ضد هذه البكتيريا المخيفة. في المقابل لم يلاحظ أي نشاط مضاد للميكروبات ضد السلالات *Escherichia coli* و *Bacillus cereus*

فيما يتعلق بتقييم فعالية هذا النبات في التئام الحروق التجريبية التي تم إجراؤها على الأرانب، أظهرت النتائج آثارًا مفيدة كبيرة. عزز نبات *Atractylis* في تقليل سطح الجروح من الأيام الأولى للعلاج بمعدل انكماش 70.95% في اليوم التاسع، و أدى إلى إعادة طمس كامل الجروح (100%) في اليوم الواحد و العشرين.

تكشف هذه النتائج أن مستخلص نبات *Atractylis* يمكن استخدامه في علاج الحروق بفضل خصائصه المضادة للميكروبات والتئام الجروح. ومع ذلك تبقى هناك حاجة إلى دراسات إضافية لتأكيد هذه النتائج وفهم أفضل لآليات العمل المدرجة.

الكلمات المفتاحية : *Atractylis* فحص كيميائي نباتي ، نشاط مضاد للبكتيريا ، شفاء الحروق.

Nomenclature - Symboles-Acronymes

BP : Boite de Pétri

DMSO : Dimethyl sulfoxide

E : Extrait

Kg : kilogramme

MH : Muller-Hinton

M : Médicament

ml : millilitre

mm : millimètre

µl : microlitres

nm : nanomètre

P : Plante préparée traditionnellement

π : Pi

V : Vaseline

Table des matières

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Introduction générale1

Partie 1 : Recherche scientifique

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1	La peau et les brûlures	3
1.1	La peau	3
1.1.1	L'épiderme	3
1.1.2	Le derme	4
1.1.3	L'hypoderme	4
1.2	Les brûlures	4
1.2.1	Définition.....	4
1.2.2	Physiopathologie des brûlures	5
1.2.3	La cicatrisation.....	6
2	La phytothérapie dans le traitement des brûlures	8
2.1	La phytothérapie	8
2.2	Les différents types de la phytothérapie	8
2.3	Les plantes médicinales	9
2.3.1	Les métabolites secondaires	9
2.3.2	La famille des Asteraceae.....	11
2.3.3	Le genre Atractylis.....	15
2.4	L'activité antimicrobienne	17
2.4.1	Généralités.....	17
2.4.2	Les bactéries	17
2.4.3	L'activité antibactérienne chez les plantes végétales.....	18
2.4.4	Les différentes méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne	19
2.5	L'activité cicatrisante.....	19

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

1	La problématique	20
2	Lieu de travail.....	20
3	Préparation de l'extrait.....	20
3.1	Matériel végétal.....	20
3.2	Place dans la systématique	21
3.3	Extraction	21
4	Criblage « screening » phytochimique	22
4.1	Mise en évidence des alcaloïdes	22
4.1.1	Révélation par le réactif de Dragendorff.....	22
4.1.2	Révélation par le réactif de Mayer.....	22
4.2	La réalisation du test de détection des polyphénols.....	22
4.3	Mise en évidence des flavonoïdes	22
4.3.1	Réaction de la cyanidine	22
4.3.2	Révélation par le réactif de Stiasny	23
4.4	Mise en évidence des saponines	23
4.4.1	Indice mousse	23
4.5	Mise en évidence des triterpènes	24
5	Activité antimicrobienne	24
5.1	Préparation de l'extrait.....	24
5.2	Les souches bactériennes testées	25
5.3	L'aromatogramme	25
5.3.1	Revivification des souches	25
5.4	Technique d'aromatogramme.....	25
5.4.1	Préparation de l'inoculum bactérien	25
5.4.2	Préparation des milieux de cultures	26
5.4.3	L'ensemencement	26
5.4.4	La méthode des puits.....	26
6	Activité cicatrisante	27
6.1	Animaux d'expérience	27
6.2	Protocole des brûlures	28
6.3	Traitement des brûlures.....	31
6.4	Évaluation de la cicatrisation	32

Chapitre 3 : Résultats et discussion

1	Le rendement de l'extraction.....	33
2	Criblage « screening » phytochimique par réactions colorées	33
2.1	Recherche des alcaloïdes.....	33
2.2	Test de détection des polyphénols	33
2.3	Recherche des flavonoïdes.....	34
2.4	Recherche des tanins condensés	34
2.5	Recherche des stérols et triterpènes	34
2.6	Recherche des saponosides	35
2.7	Discussion	36
3	Activité antimicrobienne	37
3.1	Expression des résultats	37
3.2	Discussion des résultats	38
4	Activité cicatrisante	40
4.1	Observation des brûlures.....	40
4.2	Surface des plaies	40
4.3	Contraction des plaies	42
4.4	Etat général et poids des animaux	45
4.5	Discussion	46
	Conclusion générale	47
	Références bibliographiques	48

Partie 2 : Annexe

(BMC, Axes du projet start-up)

1	BMC.....	58
1.1	Segment de clients	58
1.2	Proposition de valeur	58
1.3	Canaux de distribution	59
1.4	Relation client.....	59
1.5	Sources de revenus	59
1.6	Activités clés	60
1.7	Partenaires clés	60
1.8	Ressources clés	60
1.9	Structure des coûts.....	61

2	Axes du projet Start-up	62
2.1	Premier axe : Présentation du projet	62
2.1.1	L'idée de projet (la solution proposée)	62
2.1.2	Les Valeurs suggérées.....	62
2.1.3	L'équipe.....	63
2.1.4	Les Objectifs du projet	65
2.1.5	Le planning de réalisation du projet.....	65
2.2	Deuxième axe : Aspects innovants	67
2.2.1	La nature des innovations.....	67
2.2.2	Les domaines d'innovation	68
2.3	Troisième axe : Analyse stratégique du marché.....	68
2.3.1	Le segment du marché	68
2.3.2	La mesure de l'intensité de la concurrence	69
2.3.3	La stratégie marketing.....	70
2.4	Quatrième axe : Plan de production et organisation.....	70
2.4.1	Le processus de production	70
.....	70
2.4.2	L'approvisionnement	71
2.4.3	La main d'œuvre	73
2.4.4	Les principaux partenaires.....	74
2.5	Cinquième axe : Plan financier.....	74
2.5.1	Les coûts et les charges	74
2.5.2	Le chiffre d'affaires	75
2.5.3	Les comptes de résultats escomptés.....	76
2.5.4	Le plan de trésorerie.....	76
2.6	Sixième axe : Prototype expérimental	80

Liste des figures

Figure 1 : Structure de la peau.	3
Figure 2 : Classification des plaies en fonction de leur profondeur (Raffoul & Berger, 2006).	5
Figure 3 : Etapes de la cicatrisation (Monique, 2019).	6
Figure 4: Structure et classification des polyphénols (Losada Echeberria et al., 2017).	9
Figure 5 : Structure de base des flavonoïdes (Coste et al., 2015).	10
Figure 6 : Structure typique des saponosides (Sekkoum et al., 2012).	10
Figure 7 : Structure chimique des tanins hydrolysables et condensés (Ku-Vera et al., 2020).	11
Figure 8 : Exemples de molécules des principales classes de métabolites secondaires dans la famille Asteraceae.	13
Figure 9 : Exemples de molécules des principales classes de métabolites secondaires du genre <i>Atractylis</i>	15
Figure 10: Structure de la paroi bactérienne.	18
Figure 11 : La plante du genre <i>Atractylis</i>	20
Figure 12 : La production du filtrat par évaporation sous vide.	21
Figure 13 : Homogénéisation de l'extrait par le vortex.	24
Figure 14 : Réactivation des souches dans les milieux sélectifs.	25
Figure 15: Préparation de l'inoculum.	26
Figure 16: La méthode des puits.	27
Figure 17 : Lapins placés dans des cages individuelles.	28
Figure 18 : L'aliment distribué aux lapins «NUTABEN».	28
Figure 19 : Élimination des poils du dos des lapins pour préparer la zone d'étude.	29
Figure 20 : Anesthésie générale.	29
Figure 21 : Anesthésie locale.	30
Figure 22 : Brûlures réalisées sur les lapins.	30
Figure 23 : Pied à coulisse.	31
Figure 24 : Application du traitement sur un lapin.	31
Figure 25: Résultat du test des polyphénols.	33
Figure 26: Résultat du screening phytochimique des flavonoïdes	34

Figure 27 : Résultat du test des tanins.....	34
Figure 28: Résultat du test des triterpènes.	35
Figure 29: Résultat du test des saponosides.....	35
Figure 30: Mesure du diamètre d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse.....	37
Figure 31 : Résultats positifs de l'activité antibactérienne.....	37
Figure 32 : Résultats négatifs de l'activité antibactérienne.....	38
Figure 33 : Profil de résistance et sensibilité des souches à différentes concentrations de l'extrait brut.	38
Figure 34 : Evolution de la moyenne des surfaces.	41
Figure 35 : Evolution de la contraction des plaies.	43
Figure 36 : Chronologie de la cicatrisation.....	44
Figure 37: Evolution du poids corporel moyen des lapins brûlés	45
Figure 38 : BMC.	61
Figure 39 : Conception graphique du site web.	80
Figure 40 : Prototype primaire du produit.....	80

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les phases de la cicatrisation (Monique, 2019).....	8
Tableau 2 : Les principaux genres de la famille Asteraceae	12
Tableau 3 : Utilisations économiques et thérapeutiques des Asteraceae.	13
Tableau 4 : Utilisation traditionnelle et activités biologiques reconnues du genre Atractylis.....	16
Tableau 5: Classification botanique de la plante selon Cronquist (Miller et al., 1996). ..	21
Tableau 6: Gamme de dilutions décroissante de l'extrait brut pour la mesure de l'indice de mousse.	23
Tableau 7: Les différentes concentrations des dilutions de l'extrait brut.	24
Tableau 8 : Rendement de l'extrait brut d'Atractylis	33
Tableau 9: Tableau récapitulatif des résultats de criblage.	36
Tableau 10: Diamètre de la zone d'inhibition (mm) de l'extrait brut d'Atractylis.....	37
Tableau 11 : Surfaces des plaies à différent intervalles (mm²).	40
Tableau 12 : Taux (%) de contraction des plaies à différent intervalles.	42
Tableau 13 : Poids moyen (g) des lapins brûlés à différentes semaines.	45
Tableau 14 : Chiffre d'affaire.	75
Tableau 15 : Tableau de comptes des resultats (TCR).....	76
Tableau 16 : Plans de trésorerie.....	77

Introduction générale

Les plantes médicinales ont été utilisées depuis des millénaires dans le traitement de diverses affections. Leur utilisation remonte à l'antiquité, où les civilisations anciennes ont découvert les propriétés curatives de nombreuses plantes. Aujourd'hui encore, les plantes médicinales jouent un rôle important dans la médecine traditionnelle et complémentaire (**Iserin, 2007**).

Parmi les différentes utilisations des plantes médicinales, le traitement des brûlures occupe une place significative. Selon L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) les brûlures sont des lésions cutanées qui surviennent généralement suite à un contact avec une source de chaleur, une substance corrosive ou un rayonnement. Elles peuvent varier en gravité, allant de brûlures mineures à des brûlures graves qui nécessitent une prise en charge médicale immédiate.

Ces dernières années, l'Algérie a été touchée par une série d'incendies dévastateurs qui ont provoqué de nombreuses brûlures chez les personnes affectées. Ces événements tragiques ont poussé les chercheurs et les professionnels de la santé à rechercher des solutions plus efficaces pour traiter les brûlures et favoriser la guérison des victimes. Dans ce contexte, l'exploration des plantes médicinales algériennes pourrait offrir de nouvelles possibilités pour répondre à ce besoin urgent.

L'Algérie, pays connu par ces ressources naturelles, dispose d'une flore singulièrement riche et variée. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% endémiques et appartenant à plusieurs familles botaniques (**Ozenda, 1977**).

Le but de ce mémoire est donc d'évaluer l'activité antibactérienne et l'effet cicatrisant sur les brûlures d'une plante médicinale algérienne appartenant au genre *Atractylis*. Nous nous intéressons à cette plante spécifique en raison de sa réputation traditionnelle en tant que remède populaire pour les brûlures et de l'absence d'études scientifiques approfondies sur son efficacité cicatrisante.

À travers cette recherche, nous espérons contribuer à l'expansion des connaissances sur cette plante, et son potentiel dans le traitement des brûlures. Les résultats de cette étude pourraient avoir des implications importantes dans le domaine de la médecine traditionnelle et complémentaire, offrant de nouvelles perspectives pour le développement de thérapies alternatives pour les brûlures.

Notre travail se divise en deux grandes parties

- La première présente les travaux de recherche sur la plante étudiée, elle comporte trois chapitres :

Le premier chapitre se concentre sur une recherche bibliographique qui comprend une description de la peau, des brûlures et des méthodes de préparation des extraits de plantes. Il présente également une étude phytochimique de la famille des Asteraceae et du genre *Atractylis*, en mettant en évidence les différentes classes de métabolites secondaires les plus connues et les utilisations thérapeutiques associées à cette famille et à ce genre de plantes.

Le deuxième chapitre comprend nos travaux expérimentaux pour l'évaluation du screening phytochimique et l'activité antibactérienne, ainsi que le processus utilisé pour tester l'effet cicatrisant de la plante sur les lapins. La discussion des résultats décrits dans le deuxième chapitre est détaillée dans le troisième chapitre.

Nous clôturons cette partie par une conclusion générale.

- La deuxième partie est consacrée à la présentation du BMC (Business Model Canvas), en détaillant les différents axes du projet Startup. Cette partie permettra de fournir une vision détaillée du modèle économique de notre Start-up à travers l'analyse approfondie du BMC, en mettant en évidence les différentes dimensions et en identifiant les éléments clés qui contribuent à sa réussite.

Chapitre 1 :

Synthèse

bibliographique

1 La peau et les brûlures

1.1 La peau

La peau est la coquille extérieure de l'organisme humain qui protège les tissus et les organes internes. Elle est composée de trois couches principales : l'épiderme, le derme et l'hypoderme.

La peau est définie comme "l'organe le plus étendu et le plus lourd du corps humain, qui assure une multitude de fonctions, notamment la protection contre les agents externes, la régulation de la température corporelle, la synthèse de la vitamine D, la perception sensorielle et la communication sociale" (Martel *et al.*, 2023).

La peau est également un organe complexe qui contient des cellules spécialisées telles que les mélanocytes, qui produisent le pigment qui donne sa couleur à la peau, et les cellules de Langerhans, qui jouent un rôle important dans le système immunitaire en détectant et en combattant les infections. Elle est équipée de récepteurs sensoriels qui permettent de percevoir les sensations tactiles, thermiques et douloureuses, ainsi que de glandes sudoripares et sébacées qui produisent la sueur et le sébum pour maintenir l'hydratation et la souplesse de la peau (Figure 1).

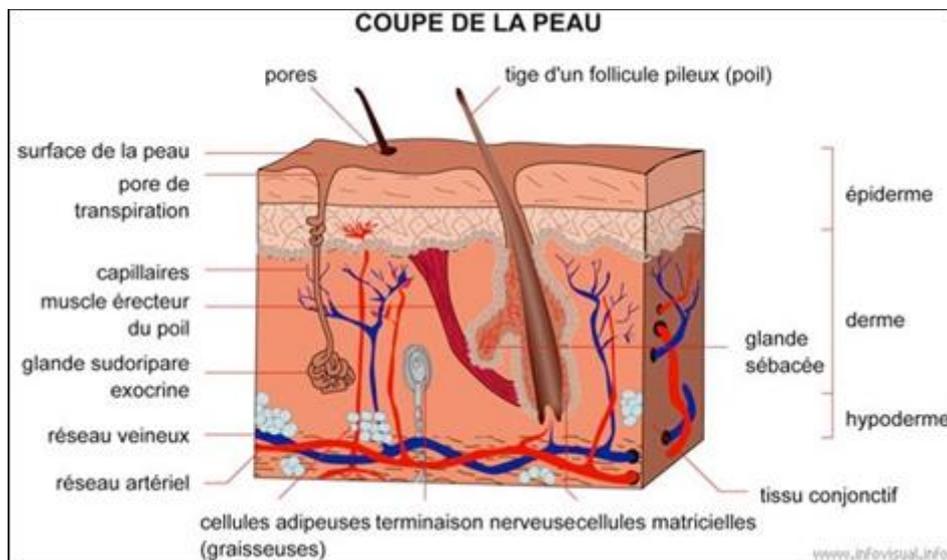


Figure 1 : Structure de la peau.

1.1.1 L'épiderme

L'épiderme est la couche extérieure de la peau qui protège l'organisme des éléments extérieurs. Il est constitué de cellules épithéliales feuilletées et est en contact direct avec l'environnement extérieur. L'épiderme renferme aussi des cellules pigmentées appelées mélanocytes, qui produisent la mélanine qui donne à la peau sa couleur.

1.1.2 Le derme

Le derme est la couche de peau sous-jacente à l'épiderme, qui contient du collagène et des fibres d'élastine, des vaisseaux sanguins, des nerfs, des glandes sudoripares et des follicules pileux. Il procure un support et une élasticité à la peau.

1.1.3 L'hypoderme

L'hypoderme, également appelé couche sous-cutanée, est la couche la plus profonde de la peau. Cette couche est constituée de tissu adipeux et de fibres de collagène qui relie la peau aux muscles et aux os sous-jacents. L'hypoderme joue un rôle important dans l'isolation thermique, la régulation de la température corporelle et le stockage d'énergie (**Saladin, 2018**).

1.2 Les brûlures

Si elles sont légères ou sévères, il est essentiel de savoir comment référer au médecin ou pas un patient qui viendrait au dispensaire avec ce type de traumatisme. La connaissance des principales causes, des facteurs de risque associés et des différents degrés doit permettre une première évaluation de la brûlure et de savoir quoi appliquer afin que la cicatrisation se déroule parfaitement.

1.2.1 Définition

Les brûlures sont des lésions cutanées causées par une exposition à une source de chaleur, une substance chimique, un courant électrique ou des rayonnements (**Ozkan & Ibrahim, 2016**). Elles peuvent être classées en fonction de leur gravité et de leur profondeur en différents types (**Figure 2**)

1.2.1.1 Brûlures du premier degré

Elles affectent seulement la couche la plus superficielle de la peau, l'épiderme, et se caractérisent par une rougeur de la peau, une douleur et un gonflement mineur. Les brûlures du premier degré guérissent généralement en quelques jours sans laisser de cicatrice (**Mayo Clinic Staff, 2022**).

1.2.1.2 Brûlures du deuxième degré

Elles atteignent la couche sous-jacente de la peau, le derme, et se manifestent par des cloques, des rougeurs intenses, des douleurs et des gonflements importants. Les brûlures du deuxième degré peuvent prendre plusieurs semaines à guérir, laissant souvent des cicatrices.

1.2.1.3 Brûlures du troisième degré

Elles détruisent toutes les couches de la peau et peuvent affecter les muscles, les os et les nerfs sous-jacents. Les brûlures du troisième degré peuvent apparaître blanches, noires ou carbonisées et ne causent souvent pas de douleur immédiate en raison de la destruction des nerfs. Les brûlures du troisième degré nécessitent des soins médicaux d'urgence et peuvent nécessiter une greffe de peau pour guérir.

Il existe également des brûlures de quatrième degré, qui dépassent les tissus sous-cutanés et peuvent entraîner une amputation, et des brûlures électriques, qui sont causées par un courant électrique et peuvent endommager les tissus internes du corps (Burns, 2023).

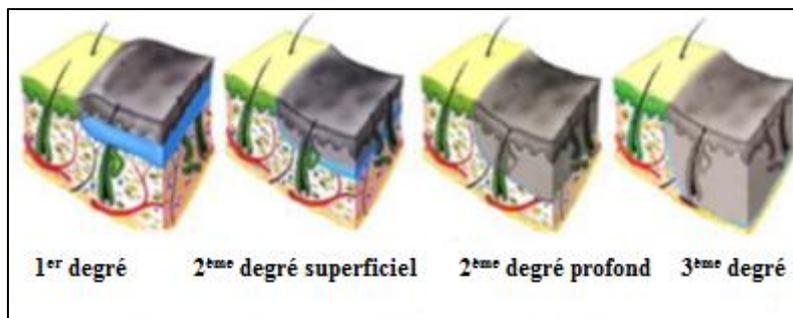


Figure 2 : Classification des plaies en fonction de leur profondeur (Raffoul & Berger, 2006).

1.2.2 Physiopathologie des brûlures

1.2.2.1 Brûlures thermiques

Une brûlure thermique résulte du transfert d'énergie entre une source externe et le corps. Il s'agit d'un phénomène dynamique dont la gravité dépend de la température de l'agent externe, de la durée de l'exposition et de la localisation de l'atteinte (Raffoul & Berger, 2006). Le contact de la peau avec un agent chaud solide se traduit par des lésions restreintes mais profondes. Les liquides provoquent des brûlures importantes. La profondeur dépend du point d'ébullition ainsi que de la viscosité du liquide en question. Les brûlures d'huile (point d'ébullition supérieur à 300 °C) sont plus profondes que les brûlures d'eau (point d'ébullition = 100 °C).

1.2.2.2 Brûlures électriques

Le passage d'un courant électrique produit dans un corps, brûle du premier au troisième degré. La gravité des lésions varie selon l'intensité (ampérage) et la conductivité (effet joule). Les brûlures internes, les dommages rénaux et la fibrillation ventriculaire peuvent aussi survenir.

1.2.2.3 Brûlures chimiques

La peau, les muqueuses et les couches profondes du derme peuvent subir des brûlures causées par des acides, des détergents et d'autres produits chimiques. La gravité de ces blessures varie selon la nature du caustique, sa concentration et le temps de contact.

1.2.2.4 Brûlures par irradiation

Les radiations causent des dommages irréversibles à l'ADN de la peau, avec des brûlures résultant de la transformation thermique des rayons infrarouges et ultraviolets et des feux secondaires.

1.2.3 La cicatrisation

La cicatrisation est un phénomène continu ; trois phases sont classiquement décrites : la phase inflammatoire, la phase proliférative ou de réparation et la phase de remodelage ou de maturation (**Figure 3**). Toutes les étapes de la cicatrisation sont interdépendantes, elles ne sont pas strictement séparées dans le temps mais se chevauchent. Ainsi, plusieurs phases peuvent coexister simultanément au sein d'une même plaie (**Hé, 2006**).

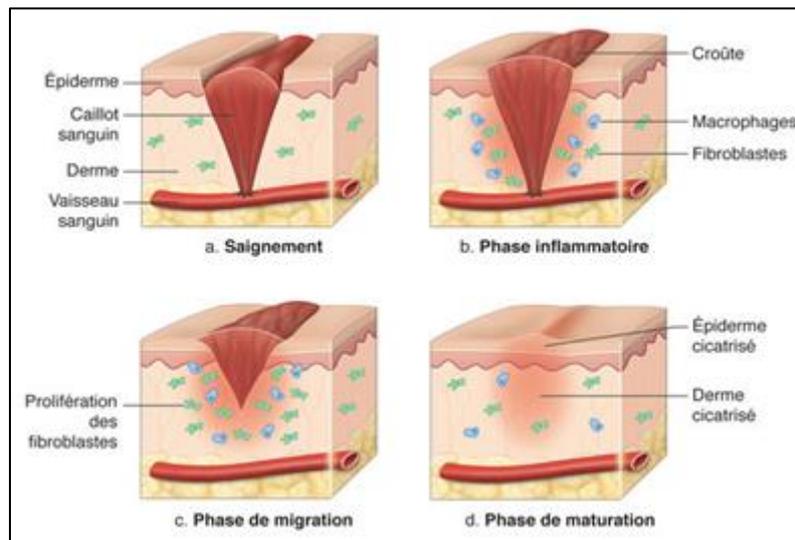


Figure 3 : Etapes de la cicatrisation (**Monique, 2019**).

1.2.3.1 Les étapes de la cicatrisation

Le processus de cicatrisation comprend plusieurs étapes distinctes. Voici les étapes principales de la cicatrisation d'une plaie (**Chabane, 2021**) :

➤ La phase vasculaire

Après la brûlure de la peau, le processus de la cicatrisation débute immédiatement et il dure de 1 à 2 jours. Elle entraîne une rétraction élastique des bords et un forçement des vaisseaux.

➤ **La phase inflammatoire**

La réaction inflammatoire accompagne toujours le phénomène de la cicatrisation, impliquée par la plaie, et dure jusqu'à la phase de remodelage tissulaire. Au cours de cette étape, la formation d'exsudat provoque l'apparition d'un gonflement, alors que la dilatation des vaisseaux déclenche l'apparition d'une rougeur et une chaleur. Cette réaction arrête l'hémorragie et lutte contre les pathogènes, comme les neutrophiles et les macrophages qui digèrent les bactéries et libèrent des facteurs de croissance, des cytokines et des protéases. Elle joue un rôle important dans la formation du tissu cicatriciel par la production d'une matrice momentanée pour la migration des cellules.

➤ **La phase de migration**

Dans cette étape qui dure plusieurs semaines, un nouveau tissu est reformé au niveau de la fissure tissulaire. Elle est fondamentalement cellulaire et au cours d'elle, la multiplication et le déplacement des kératinocytes permettent de reprendre la fonction de barrière épidermique plus que la multiplication des fibroblastes. De même, la matrice extracellulaire se restructure grâce à la synthèse abondante du collagène.

➤ **La phase de maturation**

La maturation cicatricielle ou le remodelage de la matrice extracellulaire est faite au cours de tout le processus de cicatrisation, mais celle proprement dite ne débute qu'après deux à trois semaines de la blessure et peut durer jusqu'à plusieurs années en fonction de la nature de la fissure cellulaire.

Tableau 1 : Les phases de la cicatrisation (Monique, 2019).

Phase de cicatrisation	Mécanisme d'action	Durée relative
Vasculaire	- Libération des facteurs de croissance et des cytokines 24-48 h par les plaquettes.	24-48 h.
Inflammatoire (détersion)	- Les neutrophiles et les macrophages sont attirés dans la plaie. - Les neutrophiles et les macrophages digèrent les bactéries et libèrent des facteurs de croissance, des cytokines et des protéases.	24 h-15 jours.
épidermisation (bourgeonnement)	- Les fibroblastes et les cellules endothéliales sont attirés dans la plaie et produisent des facteurs de croissances. - Fibroblastes → myofibroblastes - Synthèse de matrice extracellulaire et des nouveaux vaisseaux. - Formation du tissu de granulation puis migration des kératinocytes pour l'épidermisation.	Plusieurs semaines.
Maturation (remodelage)	- Les fibroblastes orchestrent le remodelage et la maturation de la cicatrice. - Apoptose des cellules immunitaires et endothéliales en excès → diminution de la densité cellulaire.	Mois, années.

2 La phytothérapie dans le traitement des brûlures

2.1 La phytothérapie

La phytothérapie est une pratique médicale traditionnelle qui utilise des extraits de plantes médicinales pour prévenir, traiter ou guérir des maladies. Elle est basée sur l'utilisation de produits naturels pour soigner le corps et l'esprit. La phytothérapie est considérée comme une médecine douce et alternative aux traitements médicaux conventionnels (Williamson, 2001).

2.2 Les différents types de la phytothérapie

On peut distinguer différents types de thérapies par les plantes :

- La phytothérapie : indique l'utilisation de différentes parties des plantes telles que la racine, les feuilles, les fleurs ou la plante entière sous différentes formes galéniques (Zaibet, 2016);
- La gemmothérapie : indique l'utilisation des bourgeons de la plante (Zaibet, 2016) ;
- L'aromathérapie : indique l'utilisation des huiles essentielles obtenues grâce aux divers procédés d'extraction (Vernex-Lozet, 2011);

- La phytothérapie pharmaceutique : utilise des produits d'origine végétale obtenus par extraction et qui sont dilués dans l'alcool éthylique ou un autre solvant.

Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes ou de gélules (**Strang, 2006**).

2.3 Les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont des plantes utilisées à des fins curatives, préventives ou palliatives dans le traitement de différentes maladies. Leur usage est souvent basé sur le savoir traditionnel transmis de génération en génération. Toutefois, la recherche scientifique a recensé de nombreux composés actifs dans les plantes médicinales, ainsi que leurs mécanismes d'action et leurs effets pharmacologiques.

2.3.1 Les métabolites secondaires

2.3.1.1 Les polyphénols

Les composés phénoliques constituent un ensemble de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ce sont des métabolites secondaires des plantes. Ils possèdent dans leur squelette, un ou plusieurs cycles aromatiques portant un ou plusieurs groupes hydroxyles ainsi que des groupes fonctionnels (ester, méthyle ester...)(**Figure 4**) (**Bruneton, 1999**).

Ils participent à la défense des plantes contre les agressions (**Gee & Johnson, 2001**). et les attaques microbiennes (**Bennick, 2002**). Ces dernières années, les recherches sur les composés phénoliques se sont accentuées en raison de leurs activités anti-inflammatoires, antibactériennes, antifongiques, ainsi antioxydantes et même anticancéreuses (**Montoro et al., 2005**).

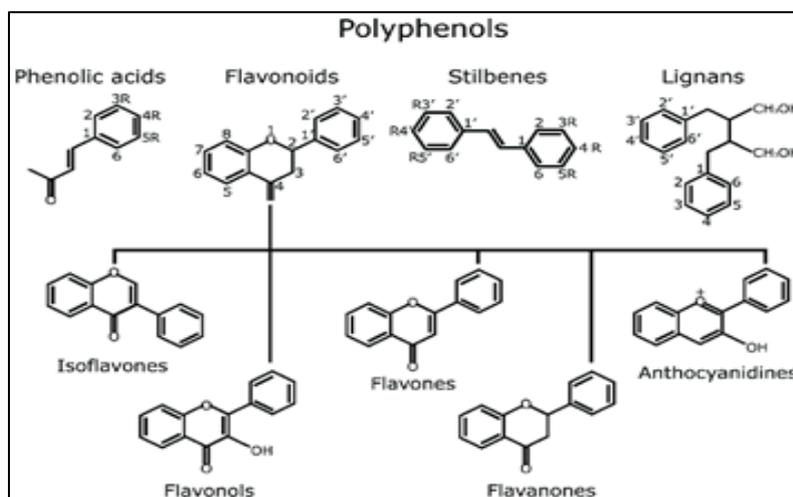


Figure 4: Structure et classification des polyphénols (**Losada Echeberria et al., 2017**).

2.3.1.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des produits largement distribués dans le règne végétal et sont couramment consommés quotidiennement dans l'alimentation. Ils sont retrouvés également dans les plantes médicinales. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (**Touafek, 2010**).

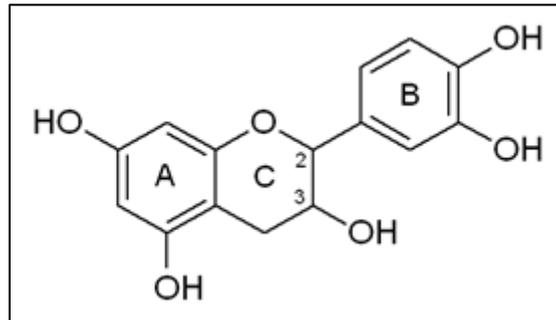


Figure 5 : Structure de base des flavonoïdes (**Coste et al., 2015**).

2.3.1.3 Les saponines

Les saponines sont des molécules naturellement produites par des plantes ou des animaux, dont le rôle n'est pas encore clairement cerné. Ce sont des hétérosides complexes dits saponosides, appartenant aux terpènes cycliques (nom générique donné aux hydrocarbures saturés cycliques ou acycliques ayant pour motif de base le terpène) ou aux stéroïdes. On les trouve chez de nombreux végétaux (salsepareille, quinoa...) mais sont dégradées à la cuisson. Douées de propriétés tensioactives, les saponines font mousser leurs solutions et servent de détergent. Elles présentent une toxicité plus ou moins importante (selon les saponines, les espèces qui les ingèrent, et le contexte).

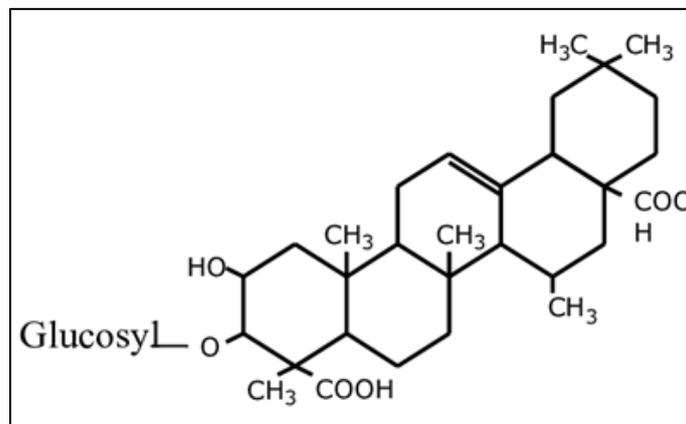


Figure 6 : Structure typique des saponosides (**Sekkoum et al., 2012**).

2.3.1.4 Les tanins

Les tanins sont des polyphénols que l'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbre et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques, leur degré d'oxydation (**Hemingway, 1989**).

Ils ont la capacité de former des complexes avec des macromolécules (les protéines ...) et des liaisons entre les fibres de collagènes (**Paolini et al., 2003**).

Leur structure chimique est particulièrement variable, mais comporte toujours une partie polyphénolique ; il existe deux catégories de tanins, d'origine biosynthétiques différentes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Paolini et al., 2003**).

Les tanins peuvent être divisés en deux classes (**Doat, 1978**) :

- **Les tanins pyrogalliques(ou hydrolysables)** : Ils donnent une fraction glucidique (glucose) et une fraction polyphénolique après hydrolyse à haute température à l'aide de solutions acides (**Doat, 1978**).
- **Les tanins condensés (ou non hydrolysables)** : A l'inverse, sous l'action des acides dilués, il ne devient pas un produit plus simple, mais un composé plus condensé (**Doat, 1978**).

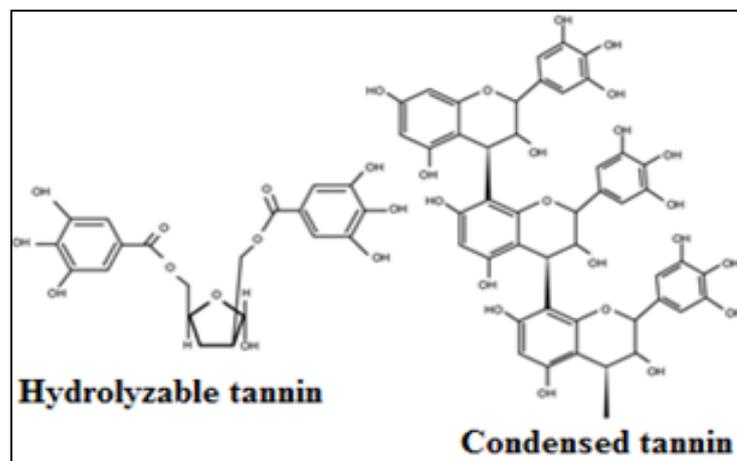


Figure 7 : Structure chimique des tanins hydrolysables et condensés (**Ku-Vera et al., 2020**).

2.3.2 La famille des Asteraceae

Les Asteraceae, peuvent se rencontrer sur toute la surface du globe à l'exception de l'Antarctique. Néanmoins, elles sont particulièrement diversifiées dans les régions sèches, comme le bassin méditerranéen, l'Afrique australe, le Mexique, le Sud-ouest des Etats-Unis et les régions arides d'Amérique du Sud (**Forgo et al., 2012**).

2.3.2.1 Les principaux genres de la famille Asteraceae

Les principaux genres de cette vaste famille sont regroupés dans le tableau suivant (Formisano *et al.*, 2017).

Tableau 2 : Les principaux genres de la famille Asteraceae

Le genre	Nombres d'espèces
<i>Senecio</i>	1 500 espèces
<i>Vernonia</i>	1 000 espèces
<i>Centaurea</i>	700 espèces
<i>Cousinia</i>	600 espèces
<i>Eupatorium</i>	600 espèces
<i>Hieracium</i>	500 espèces
<i>Helichrysum</i>	500 espèces
<i>Artemisia</i>	400 espèces
<i>Baccharis</i>	400 espèces
<i>Saussurea</i>	400 espèces
<i>Mikania</i>	300 espèces
<i>Cirsium</i>	270 espèces
<i>Aster</i>	250 espèces
<i>Jurinea</i>	250 espèces
<i>Bidens</i>	200 espèces

2.3.2.2 Les métabolites secondaires de la famille Asteraceae

Une large variété de produits naturels caractérise les espèces de la famille Asteraceae, les plus rencontrés sont les sesquiterpènes lactones (San Feliciano *et al.*, 1989), les diterpènes (Safer *et al.*, 2011), les triterpènes (Calabria *et al.*, 2008) et les flavonoïdes (Oreizi *et al.*, 2017), etc....

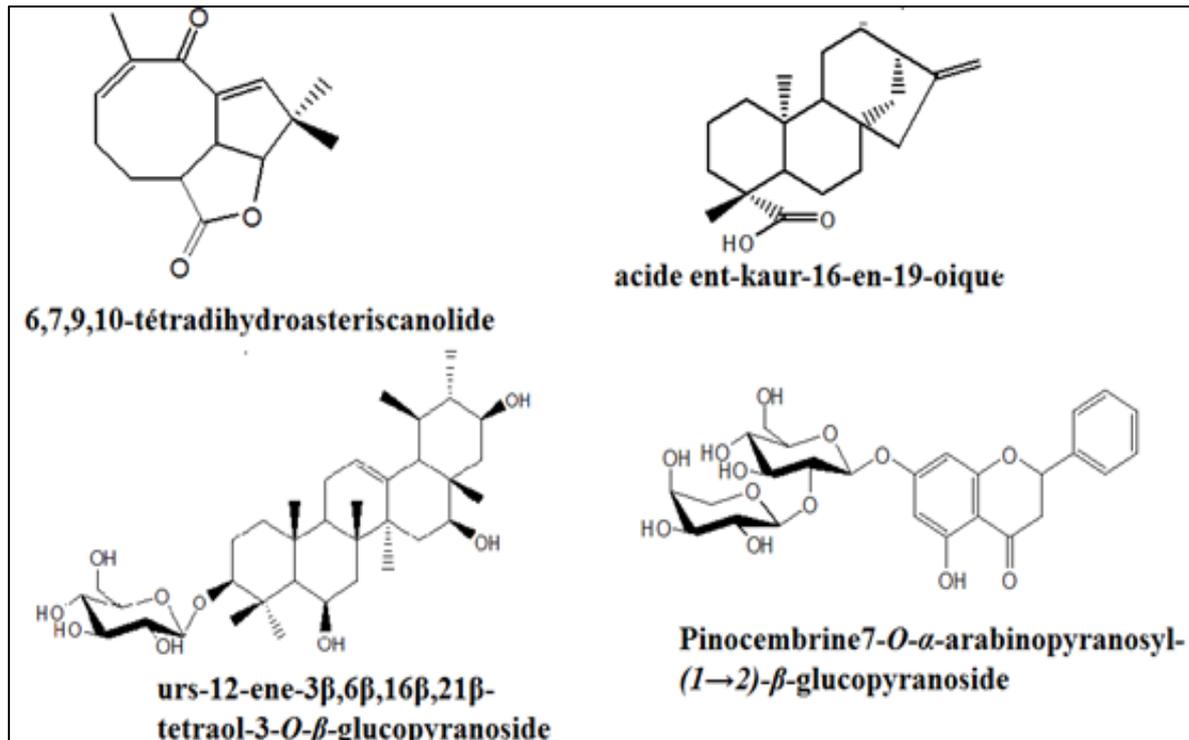


Figure 8 : Exemples de molécules des principales classes de métabolites secondaires dans la famille Asteraceae.

2.3.2.3 Utilisations économiques et thérapeutiques

Cette vaste famille est économiquement importante, elle fournit des plantes alimentaires, ornementales et plusieurs espèces sont utilisées traditionnellement et en pharmacie.

Tableau 3 : Utilisations économiques et thérapeutiques des Asteraceae.

Utilisations	Espèces	Propriétés
Utilisation alimentaire	<i>Cichorium intybus</i>	les feuilles jeunes de la chicorée (<i>Cichorium intybus</i>) sont utilisées en salades, les feuilles cuites en légume et les racines torréfiées de chicorée à café pour fabriquer un succédané de café plus digeste, en particulier mélangé au lait. La chicorée permettrait une meilleure absorption du calcium et du magnésium, notamment chez les adolescents et les femmes ménopausées (Adolphi <i>et al.</i> , 2009).
	<i>Artemisia dracunculus</i>	Les feuilles d'estragon sont utilisées fraîches comme un condiment pour salades, séchées ou en poudre pour aromatiser des plats. Elles sont aussi utilisées pour l'élaboration d'une liqueur d'estragon (Arma, 2023).

	<i>Helianthus annuus</i>	L'huile de tournesol a d'excellentes qualités diététiques, par exemple pour combattre le diabète (Saini & Sharma, 2013).
	<i>Helianthus tuberosus</i>	Les tubercules ou l'artichaut de Jérusalem (<i>Helianthus tuberosus</i>) se consomment cuits ou crus, râpés ou coupés en lamelles, comme des crudités dans de la vinaigrette.
Utilisation ornementales	<i>Chrysanthemum, Gerbera, Calendula, Dendranthema, Argyranthemum, Dahlia, Tagetes, Zinnia</i>	Cette famille fournit un très grand nombre de plantes ornementales, pour leurs fleurs
Utilisation traditionnelle et en pharmacie	<i>Achillea millefolium</i>	utilisée en tant qu'antispasmodique, emménagogue, cicatrisant, tonique, peptique (Bown, 1995).
	<i>Arnica montana</i>	un remède pour certains états infectieux avec adynamie et les affections dues à la fragilité du derme (Alaniz et al., 2010)
	<i>Arctium lappa</i>	L'activité détoxifiante, dépurative et hépatoprotectrice de la grande bardane est reconnue dans diverses pharmacopées traditionnelles (Bradley, 1992; Wichtl, 2004).
	<i>Centaurea cyanus</i>	La décoction de était prescrite en cas d'irritation des yeux et des paupières et pour lutter contre la conjonctivite, et plus généralement pour les inflammations de la peau et des muqueuses et en cosmétologie (Millanvoye, 1987).
	<i>Tussilago farfara</i>	le pas-d'âne est un antitussif, ses parties aériennes sont réputées pour lutter contre la toux, les bronchites, les trachéites et les rhumes (Li et al., 2012).
	<i>Tanacetum vulgare</i>	La tanaisie est largement utilisée dans la médecine traditionnelle, elle a utilisée comme un vermifuge, emménagogue (O'Neill, 1996) et un anti-inflammatoire (Mordujovich-Buschiazzo et al., 1996). Elle a montré des propriétés antioxydantes remarquables, principalement en raison de sa teneur en composés phénoliques (Juan-Badaturuge et al., 2009).

2.3.3 Le genre *Atractylis*

Le genre *Atractylis* (Asteraceae) comporte une trentaine d'espèces localisées sur le bord et les îles de la Méditerranée, au moins seize espèces sont présentes en Algérie. Les *Atractylis* sont des plantes herbacées très épineuses annuelles, bisannuelles ou vivaces, à aspect de petits chardons. Localement, certaines d'entre elles sont appelées « Assenane awragh » (Ozenda, 1991).

2.3.3.1 Les métabolites secondaires du genre *Atractylis*

L'ensemble des composés isolés et identifiés du genre *Atractylis* est très hétérogène. Ainsi, les métabolites secondaires les plus rencontrés sont des diterpènes (Calmes *et al.*, 1994), flavonoïdes (Raynaud, 1978) et des stérols (Aichi, 2009) dont nous allons donner quelques exemples de structures (Figure 9).

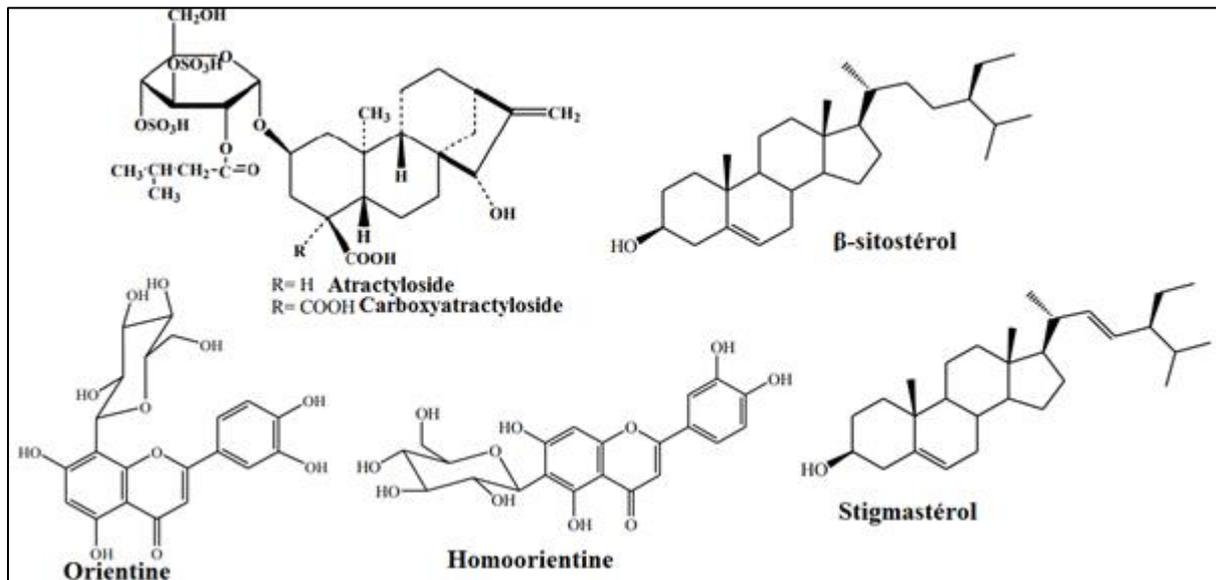


Figure 9 : Exemples de molécules des principales classes de métabolites secondaires du genre *Atractylis*.

2.3.3.2 Utilisation traditionnelle et activités biologiques reconnues du genre *Atractylis*

Les espèces du genre *Atractylis* sont connues pour avoir une activité médicinale et certaines d'entre elles sont utilisées en médecine traditionnelle (Tableau 4).

Tableau 4 : Utilisation traditionnelle et activités biologiques reconnues du genre *Atractylis*.

Utilisation	Espèce	Propriétés
Utilisation traditionnelle	<i>Atractylis flava</i>	Reconnue particulièrement pour ses effets diurétiques (El Rhaffari & Zaid, 2002).
	<i>Atractylis gummifera</i> L	En usage interne, la racine desséchée est utilisée pour arrêter les hémorragies et pour provoquer les vomissements (les émétiques). En usage externe, le chardon à glu est utilisé pour ses propriétés cicatrisantes en applications locales, en frictions ou en cataplasmes, dans le traitement de la gale, des taches de rousseur, des boutons d'acné, des chancres syphilitiques, des abcès et des furoncles (El Rhaffari & Zaid, 2002). Ces molécules sont des inhibiteurs de la phosphorylation oxydative de la mitochondrie (Daniele et al., 2005; Skalli et al., 2002).
	<i>Atractylis humilis</i>	Utilisée pour coaguler le lait (Gray & Redwood, 1848). Localement, dans la région des Aurès en Algérie la poudre de cette plante est employée comme pommade pour traiter l'acné juvénile.
Activités biologiques	<i>Atractylis carduus</i>	Les extraits méthanolique et hexanique des parties aériennes de cette espèce possèdent un effet sur les bactéries Gram positif (<i>staphylococcus aureus</i> et <i>bacillus cereus</i>) et Gram négatif (<i>klepsiella pneumonia</i>), (Rahman et al., 2011).
	<i>Atractylis serratuloides</i>	L'extrait acétate d'éthyle de cette plante est actif vis-à-vis des bactéries <i>pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> et <i>salmonella enterica</i> (Bouaziz et al., 2009).
	<i>Atractylis flava</i>	L'extrait butanolique de cette espèce possède des activités anti-inflammatoires et antipyrétiques (Melakhessou et al., 2018).
	<i>Atractylis lancea</i>	Cette plante présente un effet antiprolifératives (Guo et al., 2013).

2.4 L'activité antimicrobienne

2.4.1 Généralités

Les antibiotiques sont des substances utilisées pour traiter les infections bactériennes. Ils peuvent être dérivés de sources naturelles (comme des micro-organismes) ou synthétisés en laboratoire. Les antibiotiques agissent en ciblant spécifiquement les bactéries et en inhibant leur croissance ou en les tuant.

L'évaluation des antibiotiques se fait généralement à travers trois types d'études (**Abdallah *et al.*, 2021**),

- **Études in vitro** : Ces études sont réalisées en laboratoire, en utilisant des cultures de bactéries isolées. Les antibiotiques sont testés pour déterminer leur activité contre différentes souches bactériennes. Des tests tels que la diffusion en gélose (test de sensibilité aux antibiotiques) ou la mesure de l'inhibition de la croissance bactérienne sont effectués pour évaluer l'efficacité de l'antibiotique.
- **Études in vivo** : Ces études sont menées sur des modèles animaux, tels que des souris ou des rats, pour évaluer l'effet des antibiotiques sur des infections bactériennes dans un organisme vivant. Les animaux sont infectés avec des bactéries pathogènes, puis traités avec l'antibiotique en question. L'efficacité de l'antibiotique est évaluée en mesurant la réduction de la charge bactérienne ou la guérison de l'infection.
- **Études cliniques** : Les essais cliniques sont réalisés sur des volontaires humains pour évaluer l'efficacité et la sécurité des antibiotiques. Différentes phases d'essais cliniques sont menées, allant des tests de tolérance initiaux sur un petit nombre de participants sains à des études randomisées en double aveugle sur un plus grand nombre de patients atteints d'une infection bactérienne spécifique. Ces études permettent de déterminer la posologie optimale, l'efficacité clinique, les effets secondaires potentiels et les interactions médicamenteuses.

2.4.2 Les bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes vivants unicellulaires procaryotes. Elles ont une longueur de quelques micromètres (0,5 à 5 μm) et peuvent adopter différentes formes, telles que des formes sphériques (coques), des formes allongées ou en bâtonnets (bacilles) et des formes plus ou moins spiralées (spirilles).

Les bactéries sont présentes partout et se trouvent dans tous les types de biotopes tels que le sol, l'air, l'eau, les végétaux et les animaux, etc. Cependant, de nombreuses espèces

bactériennes sont pathogènes et peuvent provoquer des maladies infectieuses telles que le choléra, la syphilis et la tuberculose (Hahn *et al.*, 2003).

On peut classer les bactéries grâce à la coloration de Gram, qui permet de distinguer deux types principaux de bactéries :

- **Les bactéries à Gram positif** : elles apparaissent de couleur violette lorsqu'observées au microscope.
- **Les bactéries à Gram négatif** : elles apparaissent de couleur rose lorsqu'observées au microscope.

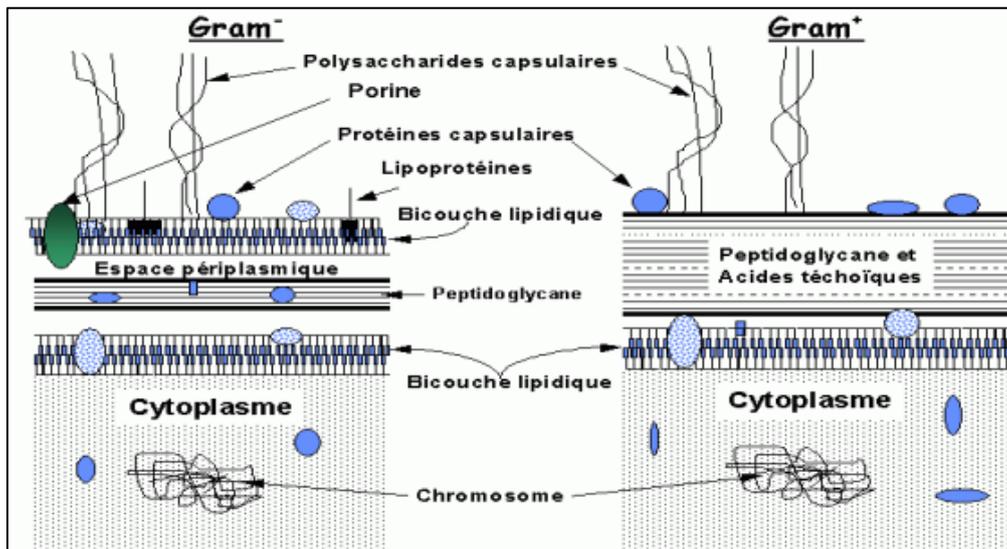


Figure 10: Structure de la paroi bactérienne.

2.4.3 L'activité antibactérienne chez les plantes végétales

L'activité antimicrobienne chez les plantes fait référence à leur capacité à inhiber ou à détruire la croissance de micro-organismes tels que les bactéries, les champignons et les virus. Les extraits de plantes sont souvent utilisés pour leur activité antimicrobienne en médecine traditionnelle, en pharmacologie et en cosmétique.

Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les microorganismes résistant aux antibiotiques.

L'activité biologique d'un extrait végétal est étroitement liée à sa composition chimique, en particulier aux groupes fonctionnels des composés majoritaires tels que les alcools, les phénols, les composés terpéniques et cétoniques. Ces composés chimiques interagissent de manière synergique, ce qui contribue aux effets biologiques observés (Dorman & Deans, 2000).

2.4.4 Les différentes méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne

2.4.4.1 La méthode par diffusion

➤ La méthode de diffusion à partir de disques imprégnés

Également connue sous le nom de méthode de **Kirby-Bauer**, est une technique utilisée pour évaluer la sensibilité des organismes à des agents antibactériens. Cette méthode implique l'imprégnation de disques de papier avec une quantité spécifique d'agent antibactérien, puis leur placement sur une gélose uniformémentensemencée avec l'organisme à tester. Par diffusion à partir du disque, un gradient de concentration des antibiotiques se forme dans la gélose. La croissance de l'organisme à tester est inhibée à une distance du disque qui est directement liée à la sensibilité de cet organisme à l'agent antibactérien.

➤ La méthode de diffusion à partir des puits

La méthode de diffusion à partir des puits fonctionne selon un principe similaire à celui de la méthode des disques. Elle implique la création de puits d'une profondeur de 2,5 mm dans la gélose, qui sont ensuite remplis avec des extraits ou des antibiotiques à tester (**Carbonnelle, 1988**).

Cette méthode permet d'évaluer la sensibilité des micro-organismes aux substances testées de manière qualitative ou quantitative. La taille des zones d'inhibition peut être mesurée et utilisée pour comparer l'efficacité des différents extraits ou antibiotiques. Cette méthode est largement utilisée dans la recherche antimicrobienne, notamment dans la découverte de nouveaux antibiotiques ou l'évaluation de l'activité d'extraits naturels.

2.4.4.2 Méthode de dilution

Les techniques de dilution sont utilisées à la fois en milieu solide et en milieu liquide. Leur principe fondamental est de mettre en contact un inoculum bactérien standardisé avec des concentrations croissantes de la substance antibactérienne à tester, en suivant une progression préétablie. L'objectif de ces méthodes est de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) de la substance testée, c'est-à-dire la plus faible concentration de cette substance qui inhibe la croissance bactérienne.

2.5 L'activité cicatrisante

L'activité cicatrisante chez les plantes médicinales est définie comme leur capacité à favoriser la cicatrisation des plaies et des brûlures en stimulant la régénération cellulaire et en réduisant l'inflammation. Plusieurs plantes médicinales sont connues pour leurs propriétés

cicatrisantes, telles que l'aloé vera. Une étude a montré que la crème préparée à partir de la poudre d'Aloe arborescent a une activité cicatrisante rapide et comparable à celle des crèmes conventionnelles (**Kaci *et al.*, 2017**).

Chapitre 2 :

Matériel et Méthodes

1 La problématique

Quel est l'effet de l'extrait de la plante médicinale algérienne du genre *Atractylis* sur la cicatrisation des brûlures ?

Cette problématique implique d'aborder plusieurs axes de recherche, tels que l'identification des principaux groupements chimiques actifs de la plante, l'évaluation de leur activité antimicrobienne et son effet sur la cicatrisation des brûlures.

La résolution de ce problème peut apporter une contribution significative aux connaissances scientifiques en matière de plantes médicinales et ouvrir la voie à de nouveaux traitements contre les brûlures.

2 Lieu de travail

- L'étude du screening phytochimique et l'évaluation de l'activité antibactérienne ont été réalisées au sein des laboratoires pédagogiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université des Frères Mentouri Constantine 01.
- L'évaluation de l'effet cicatrisant de la plante *Atractylis* a été effectuée à l'animalerie du laboratoire de Recherche pharmacotoxicologie « **LURPHATOX** », ce dernier est affilié à l'Institut des Sciences Vétérinaires, Université des Frères Mentouri Constantine 01.

3 Préparation de l'extrait

3.1 Matériel végétal

Le matériel végétal étudié a été récolté en Mars 2023 à la région est du nord algérien. Après séchage dans un endroit sec et à l'abri des rayons solaires, la plante entière a été pulvérisée et pesée (200g).



Figure 11 : La plante du genre *Atractylis*.

3.2 Place dans la systématique

Son classement dans la systématique est comme suit :

Tableau 5: Classification botanique de la plante selon Cronquist (Miller *et al.*, 1996).

Règne	<i>Plantea</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Genre	<i>Atractylis</i>

3.3 Extraction

200g de la plante pulvérisée sont mises à macérer à température ambiante dans un mélange hydroalcoolique (Éthanol/Eau, 70/30, V/V). L'extrait récupéré est concentré en utilisant un Rotavapor sous pression réduite à une température n'excédant pas 40°C et pesé.

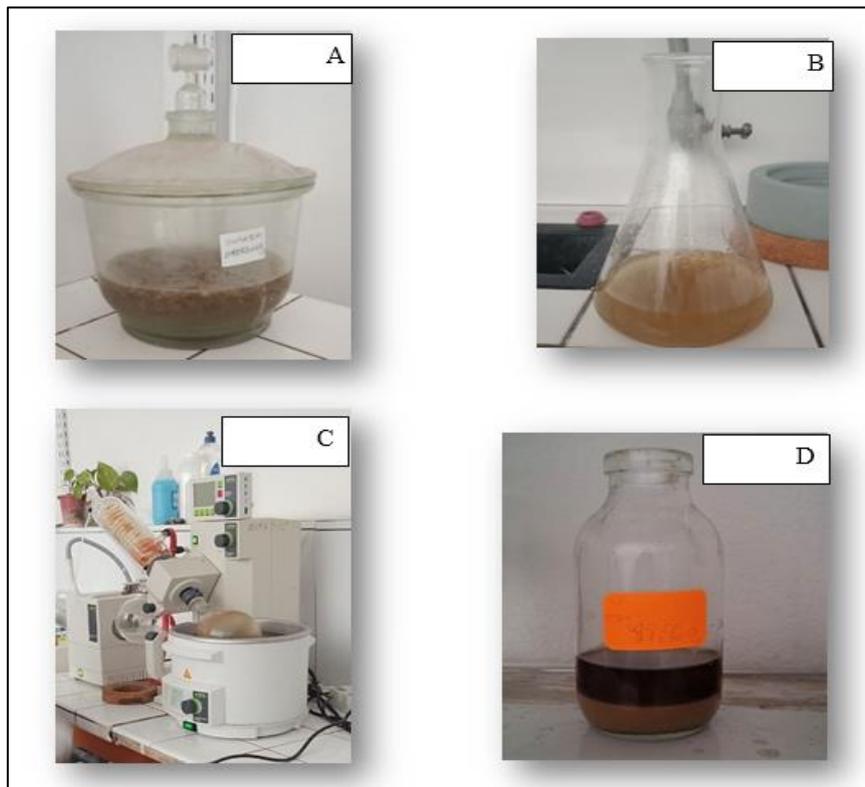


Figure 12 : La production du filtrat par évaporation sous vide.

A : Macération de la plante ; **B :** Filtrat obtenu après filtration ; **C :** Evaporateur rotatif ;
D : Extrait brut de la plante

4 Criblage « screening » phytochimique

Le screening chimique est un ensemble des méthodes et techniques de préparation et d'analyse des substances organiques naturelles de la plante.

L'analyse phytochimiques a été réalisée sur la base des tests de précipitation et de coloration caractéristique en vue de mettre en évidence les principaux groupements chimiques, à cet effet, plusieurs types de réactifs ont été utilisés. La plupart des tests sont effectués selon la technique de **Harbone (1973)**.

4.1 Mise en évidence des alcaloïdes

4.1.1 Révélation par le réactif de Dragendorff

Quelques gouttes du réactif de Dragendorff (composé d'un mélange de 0,80 g de nitrate basique de bismuth, 10 ml d'acide acétique glacial et 40 ml d'eau distillée) sont introduites dans un tube à essai contenant 2 ml de la solution d'extrait. La formation d'un précipité rouge-orangé indique la présence des alcaloïdes.

4.1.2 Révélation par le réactif de Mayer

Les alcaloïdes sont également mis en évidence par le réactif de Mayer (10 g de KI et 2,70 g de HgCl_2 dissous dans 20 ml d'eau). L'ajout de quelques gouttes de ce réactif à 2 ml de la solution d'extrait entraîne la formation d'un précipité blanc ou blanc-jaune en présence d'alcaloïde.

4.2 La réalisation du test de détection des polyphénols

Dans un tube à essai, 1 ou 2 gouttes de FeCl_3 à 10% ont été ajoutées à 3ml de l'extrait brut dissout dans le méthanol (détection rapide). La présence des polyphénols est confirmée par l'observation du précipité noire-vert intense

4.3 Mise en évidence des flavonoïdes

4.3.1 Réaction de la cyanidine

La réaction spécifique d'identification des flavonoïdes est la réaction dite «de la cyanidine ». Elle utilise en effet le pouvoir réducteur de métaux en milieu acide (formation de l'hydrogène «naissant »), pour réduire spécifiquement le noyau flavonoidique. La réaction de la cyanidine est basée sur l'obtention de couleurs caractéristiques du noyau après sa réduction par l'hydrogène naissant (métal en milieu acide).

Un volume de 1 ml de HCl et 1 ml de l'eau distillée et puis 1 ou 2 rognure de Mg sont ajoutées à quelques ml de solution d'extrait dans un tube à essai. La présence de coloration rose orange (flavones) ou rose violacé (flavonones) ou rouge cerise (flavonols) dans la couche surnageant du mélange indique la présence d'un flavonoïde libre.

4.3.2 Révélation par le réactif de Stiasny

Dans des tubes à essai, nous avons introduit 2.5 ml de chacun des extraits puis 0.5 ml de la solution aqueuse de FeCl₃ à 1%. La présence de tanins catéchiques ou galliques se traduit par le développement d'une coloration verdâtre ou bleu noirâtre.

Pour différencier entre les tanins nous avons utilisé le réactif de Stiasny dont le principe est le suivant :

A 10 ml de chaque extrait nous avons ajouté 5 ml de réactif de Stiasny (10 ml de formaldéhyde + 5 ml d'acide chlorhydrique concentré). La présence d'un précipité rouge confirmant la présence des tanins dans le milieu.

La séparation de précipité par filtration est suivie par une neutralisation de la solution par l'acétate de sodium à fin d'ajouter quelques gouttes de FeCl₃ à 1%. L'apparition d'une coloration bleu noir indique la présence de tanins galliques.

4.4 Mise en évidence des saponines

4.4.1 Indice mousse

L'indice de mousse (IM) est la technique la plus abondante pour la confirmation de la présence des saponines.

Dans une série de 6 tubes à essai, sont introduits successivement 1 à 6 ml de l'extrait brut, tous les tubes sont complétés à 10 ml avec de l'eau distillée selon le **Tableau 6** et agités vigoureusement dans le sens de la longueur pendant 15 secondes (**BELAL *et al.*, 2019**).

Tableau 6: Gamme de dilutions décroissante de l'extrait brut pour la mesure de l'indice de mousse.

Numéro de tube	1	2	3	4	5	6
Extrait brut (ml)	1	2	3	4	5	6
Eau distillé (ml)	9	8	7	6	5	4

Après agitation pendant une minute d'un tube à essai contenant quelques millilitres d'extrait aqueux il se forme une mousse persistante en présence des saponines.

La mesure de la hauteur de la mousse permet de calculer l'Indice de mousse (IM) :

$$IM = \text{inverse } C \times D$$

C : Concentration initiale de l'extrait

D : Dilution dans le tube ou la mousse >1

4.5 Mise en évidence des triterpènes

La mise en évidence des triterpènes est fondée sur la réaction de Liebermann-Burchard. L'extrait brut de la plante étudiée est additionné de 0.5ml d'anhydride acétique puis de 0.5ml de chloroforme, après dissolution, la solution est transférée dans un tube à essai auquel est ajouté 1ml d'acide sulfurique concentré. La réaction est effectuée à froid. La formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet, avec coloration de la couche surnageante de vert ou de violet, traduit la présence de triterpènes.

5 Activité antimicrobienne

5.1 Préparation de l'extrait

Dans le cadre de cette étude, des dilutions successives de l'extrait ont été préparées pour évaluer son activité biologique. Pour cela, 1 ml de DMSO a été ajouté à un eppendorf contenant 200 mg de l'extrait, en utilisant le vortex, afin obtenir une solution mère homogène pour faire plusieurs dilutions.

Les dilutions successives ont été réalisées selon un facteur de 2, en diminuant la concentration de moitié à chaque étape. Ainsi, les dilutions suivantes ont été obtenues : 100 mg/ml, 50mg /ml, 25 mg/ ml et enfin 12,5 mg/ml.

Tableau 7: Les différentes concentrations des dilutions de l'extrait brut.

Extrait C (mg/ml)	Solution mère	Dilution 1	Dilution 2	Dilution 3	Dilution 4
Extrait brut	200	100	50	25	12,5

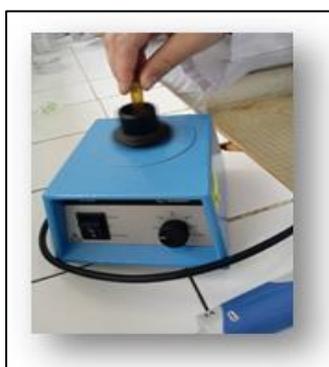


Figure 13 : Homogénéisation de l'extrait par le vortex.

5.2 Les souches bactériennes testées

L'activité antimicrobienne de l'extrait brut de la plante *Atractylis* a été évaluée sur quatre souches bactériennes ATCC :

- Les bactéries à gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*)
- Les bactéries à gram négatif (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*).

5.3 L'aromatogramme

L'aromatographie est une méthode réalisée in vitro, basée sur la technique antimicrobienne (diffusion en milieu gélosé) où on a effectué la méthode des puits.

5.3.1 Activation des souches

Dans des conditions stériles, les souches de référence ont été repiquées sur milieu liquide (bouillon nutritif), et incubées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures afin de favoriser leur multiplication rapide. Ensuite, un deuxième repiquage a été effectué par la méthode d'ensemencement en quadrant sur des boîtes de pétri contenant des milieux sélectifs appropriés aux souches microbiennes utilisées (Chapman pour *Staphylococcus aureus*, Héктоen pour *Pseudomonas aeruginosa*, TCA pour *Bacillus cereus*, et gélose nutritive pour *Escherichia coli*). Cette approche visait à obtenir des colonies jeunes, bien isolées et représentatives des souches microbiennes étudiées.



Figure 14 : Réactivation des souches dans les milieux sélectifs.

5.4 Technique d'aromatogramme

5.4.1 Préparation de l'inoculum bactérien

Après 24 heures d'incubation des souches testées, des colonies bactériennes bien isolées et parfaitement identiques de chaque souche ont été prises à l'aide d'une anse de platine et transférées dans des tubes contenant 10 ml d'eau physiologique stérile 0.9% Na Cl.

L'inoculum ainsi obtenu est homogénéisé avec un vortex de telle manière à obtenir une turbidité égale à celle de l'étalon Mc Farland 0,5.

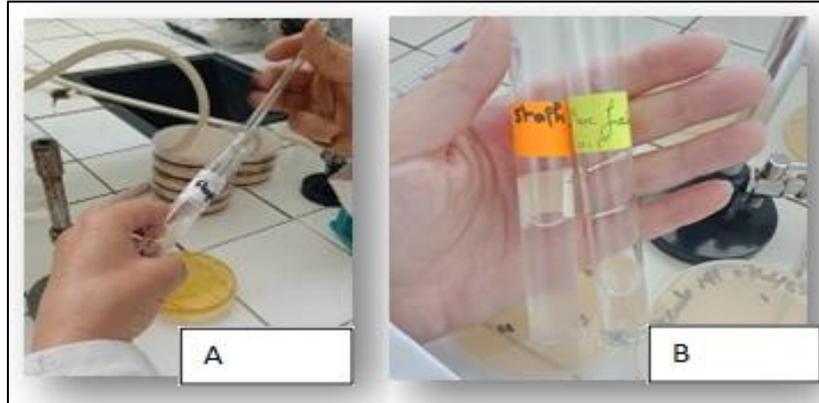


Figure 15: Préparation de l'inoculum.

A : Trempe d'un écouvillon stérile dans une suspension bactérienne. ; **B :** Comparaison de la charge bactérienne avec un blanc (0,5 Mc Farland standard).

5.4.2 Préparation des milieux de cultures

Pour tester l'activité antibactérienne de l'extrait brut sur les souches obtenues, le milieu de culture Mueller Hinton a été fondu dans un bain marie à 95C° puis coulé dans des boîtes de pétri (4 mm d'épaisseur), et le laisser sécher.

5.4.3 L'ensemencement

La technique d'ensemencement d'écouvillonnage vise à favoriser la multiplication des bactéries sur un milieu nutritif lorsqu'elles proviennent d'un milieu à faible concentration. Les bactéries sont prélevées à l'aide d'un écouvillon stérile et l'ensemencement des boîtes de Mueller Hinton par la méthode des quatre quadrants consiste à beurrer un milieu nutritif solide pour obtenir une culture bactérienne abondante.

5.4.4 La méthode des puits

La méthode des puits consiste à faire un trou circulaire de 7 mm de diamètre dans le milieu de Mueller Hinton ensemencé par des bactéries utilisées à l'aide d'une pipette pasteur stérile. Six puits pour chaque souche ont été effectués dont 5 sont remplis par 50 µl des cinq concentrations (200, 100, 50, 25 et 12.5mg/ml) de l'extrait brut, et le sixième par 50 µl de DMSO comme un témoin, à l'aide d'une micropipette stérile, tous les tests ont été répétés trois fois. Les boîtes ont été incubées dans des étuves à la température de 37 °C pendant 24 h.

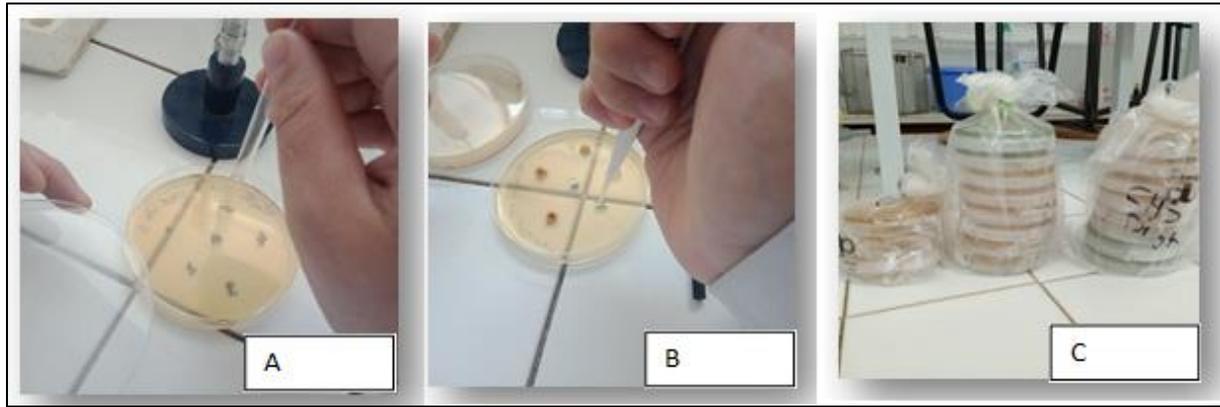


Figure 16: La méthode des puits.

A : Formation des puits à l'aide d'une pipette Pasteur. ; **B :** Remplissage des puits à l'aide d'une micro pipette de 50 μ l ; **C :** Incubation des souches.

La lecture est obtenue en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition à l'aide d'un pied de coulisse ; les bactéries sont considérées comme sensibles, résistantes ou intermédiaires.

6 Activité cicatrisante

Dans le but d'évaluer l'impact de la plante *Atractylis* sur la régénération épithéliale, une approche consiste à appliquer quotidiennement l'extrait brut et la poudre de la plante ainsi que d'autres substances (testées individuellement à des fins de comparaison) pour traiter les plaies. L'effet cicatrisant est évalué en suivant quotidiennement l'évolution des diamètres des surfaces de contraction des brûlures.

6.1 Animaux d'expérience

Huit lapins adultes de sexe mâle, de poids plus au moins identique avec une moyenne (2772,25 g) issus d'une même animalerie à Constantine, ont été sélectionnés pour cette étude. Chaque animal est placé dans une cage individuelle munie d'une mangeoire, d'une bouteille d'eau et d'un porte étiquette à une température ambiante de 22-32°C et un cycle naturel de lumière-obscureté. La litière utilisée est la sciure de bois, renouvelée un jour sur deux.



Figure 17 : Lapins placés dans des cages individuelles.

L'aliment et l'eau sont fournis quotidiennement. L'aliment distribué aux lapins est standard « NUTABEN » (160g par jour).



Figure 18 : L'aliment distribué aux lapins «NUTABEN».

6.2 Protocol des brûlures

La réalisation des brûlures a été effectuée en suivant la technique suivante (**Hamdi Pacha et al., 2002**):

- A l'aide d'une tondeuse électrique et d'une lame de rasoir, le dos des lapins a été rasé 24 heures avant le début de l'essai.

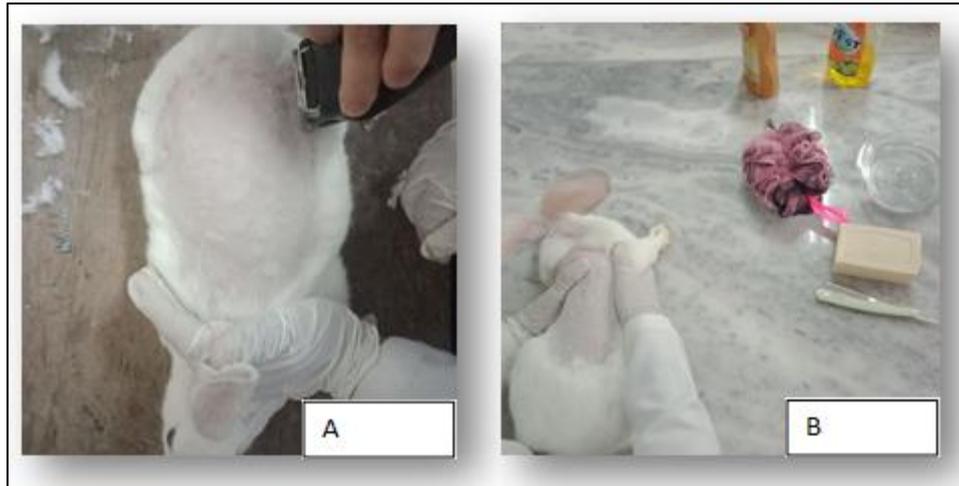


Figure 19 : Élimination des poils du dos des lapins pour préparer la zone d'étude.

A : Epilation avec une tondeuse électrique. ; **B** : Epilation avec une lame de rasoir.

- Le jour 0, tous les lapins ont été anesthésiés par voie intramusculaire au chlorhydrate de kétamine à une dose de 1ml/10kg.



Figure 20 : Anesthésie générale.

A : Flacon de chlorhydrate de kétamine. ; **B** : Injection intramusculaire.

- Les quatre zones à brûler ont été anesthésiées localement par infiltration à base de Médicaine et à une dose de 1 ml par brûlure.

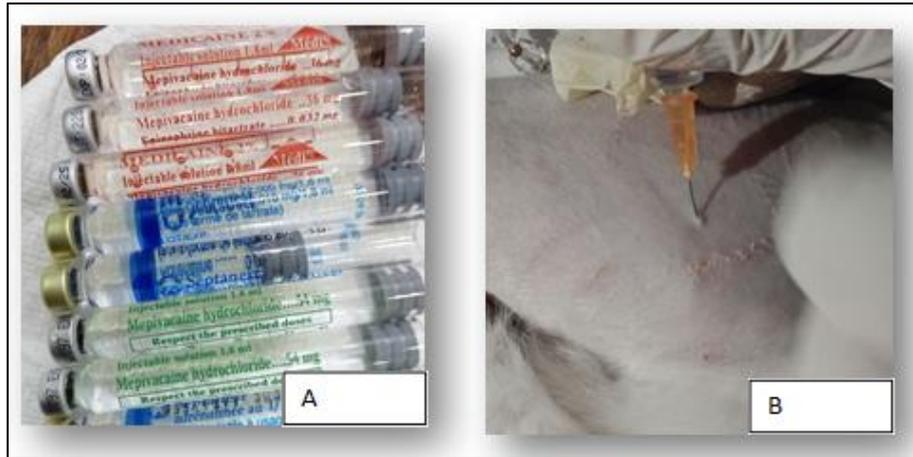


Figure 21 : Anesthésie locale.

A : Flacons de Médicaine; **B** : Injection sous cutanée (par infiltration).

- Quatre brûlures des deux côtés de la colonne lombaire dorsale de chaque lapin ont été effectuées à l'aide d'une masselotte.
- La masselotte utilisée est de 100g et de 2,4cm de diamètre, elle a été maintenue pendant 5 minutes dans l'eau bouillante (100°C), ensuite immédiatement séchée et déposée sur la peau du lapin pendant 20 secondes sans exercer de pression.



Figure 22 : Brûlures réalisées sur les lapins.

A : Masselotte chauffée dans l'eau bouillante. ; **B** : Localisation des brûlures réalisées de part et d'autre de la colonne lombaire dorsale.

- Après refroidissement de la pièce métallique, les autres brûlures ont été réalisées de la même façon. Chaque animal a son propre contrôle. Chacune des brûlures reçoit un traitement spécifique. La prise de diamètre des plaies se fait un jour sur deux.



Figure 23 : Pied à coulisse.

6.3 Traitement des brûlures

- **Brûlure A** : utilisation traditionnelle de la plante en poudre mélangée avec de la vaseline.
- **Brûlure B** : Crème à base de 90% de la vaseline avec 10% extrait de la plante $1\text{g}/452.16\text{ mm}^2$.
- **Brûlure C** : application de $1\text{g}/452.16\text{ mm}^2$ de la vaseline pure (placebo).
- **Brûlure D** : application de $1\text{g}/452.16\text{ mm}^2$ du Sulfadiazine (1%) ; pommade cicatrisante à usage externe.

Tous les produits sont administrés une fois par jour à la même heure, jusqu'à observation d'une épithélialisation complète de la zone brûlée.

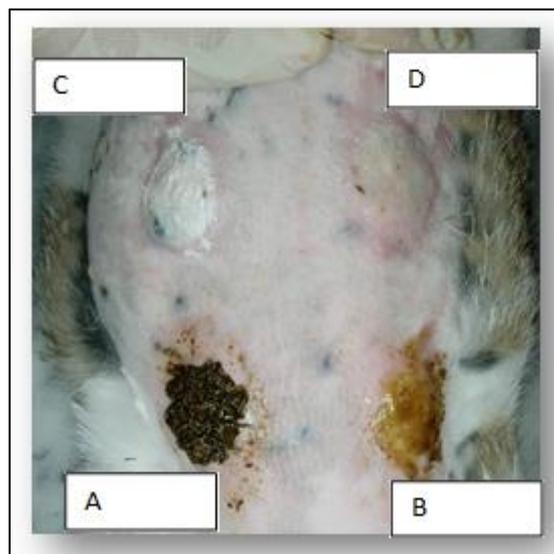


Figure 24 : Application du traitement sur un lapin.

A : Préparation traditionnelle de la plante. ; **B** : Crème à base de 90% de vaseline avec 10% d'extrait de la plante. ; **C** : Sulfadiazine (1%) ; **D** : Vaseline pure (placebo).

6.4 Évaluation de la cicatrisation

l'évolution de la cicatrisation des brûlures se fait par (**Beroual & Hamdi Pacha, 2017**):

- 1- l'observation quotidienne des brûlures (couleur et pousse de poils).
- 2- la prise des diamètres (horizontal et vertical) de chaque plaie, avec un pied à coulisse électronique (Précision 0,01mm), un jour sur deux.
- 3- la prise de photos des brûlures, un jour sur deux.
- 4- l'observation de l'état général, la mortalité, appétit, comportement et signe de douleur). A la fin de chaque semaine et à la même heure, les lapins sont pesés à l'aide d'une balance ordinaire, avant la distribution de l'aliment.
- 5- Le calcul de la surface moyenne des plaies selon la formule : $R^2 \times \pi$;
R : le rayon (la moyenne des deux diamètres (horizontal et vertical) de chaque surface)
- 6- L'évaluation du taux (pourcentage) de la contraction des plaies, chaque deux jours, en utilisant la formule suivante (**Srivastava & Durgaprasad, 2008**) :

$$\text{Pourcentage de contraction (\%)} = \frac{(\text{taille de la plaie initiale à J0} - \text{taille de la plaie à Jn})}{\text{taille de la plaie initiale}} \times 100$$

Chapitre 3 :

Résultats et discussions

1 Le rendement de l'extraction

Pour l'obtention d'un extrait à partir de la plante *Atractylis*, nous avons réalisé une macération hydro alcoolique. L'extraction des différents composés de la plante étudiée, nous a permis de déterminer le rendement de l'extrait brut sec.

Tableau 8 : Rendement de l'extrait brut d'*Atractylis*

Extrait	Texture	Couleur	Rendement %
Brut	Consistance épaisse ou sirupeuse	Brun foncé	2.56 %

Le résultat obtenu lors de cette étude montre que l'extrait brut d'*Atractylis* a donné un rendement de 2,56%.

2 Criblage « screening » phytochimique par réactions colorées

L'analyse phytochimique réalisée a permis de constater la présence des trois grands groupes chimiques (flavonoïdes, terpénoïdes et saponosides) quoique les alcaloïdes et les tanins ne semblent pas présents dans l'extrait brut.

2.1 Recherche des alcaloïdes

Les réactions caractéristiques des alcaloïdes n'ont pas donné de résultats avec l'extrait brut après utilisation des réactifs spécifiques.

2.2 Test de détection des polyphénols

La présence des polyphénols chez l'espèce étudiée a été confirmée par l'obtention d'un précipité noire-vert.



Figure 25: Résultat du test des polyphénols.

La plante du genre *Atractylis* est riche en composés phénoliques.

2.3 Recherche des flavonoïdes

La caractérisation des flavonoïdes dans l'extrait brut a montré que ces composés phénoliques sont présents dans la plante par l'apparition d'une couleur rose orange.

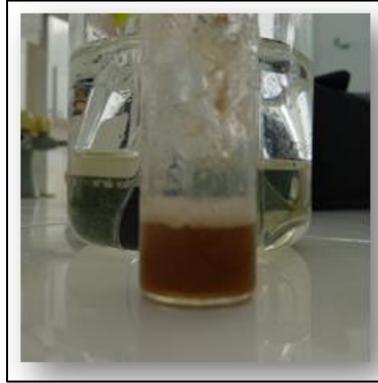


Figure 26: Résultat du screening phytochimique des flavonoïdes

2.4 Recherche des tanins condensés

La réaction caractéristique des tanins n'a pas donné de résultats avec l'extrait brut après utilisation des réactifs spécifiques (aucun changement de couleur).



Figure 27 : Résultat du test des tanins.

2.5 Recherche des stérols et triterpènes

Les réactions caractéristiques des stérols et des triterpènes ont été révélés dans les l'extrait brut, la formation d'un anneau rouge brunâtre confirme la présence de ces composés dans la plante *Atractylis*.



Figure 28: Résultat du test des triterpènes.

2.6 Recherche des saponosides

Après agitation, la mousse persistante dans les tubes pour plus d'un quart d'heure et avec une hauteur plus d'un cm indique la présence de saponosides dans l'extrait brut de la plante *Atractylis*.



Figure 29: Résultat du test des saponosides.

$$IM = \text{l'inverse } C \times D$$

$$C : \text{Concentration initiale de l'extrait Butanolique} = \frac{1}{100}$$

$$D : \text{Dilution dans de tube N}^{\circ}2 = \frac{2}{10}$$

$$\frac{1}{100} \times \frac{2}{10} = \frac{2}{1000}$$

$$IM = \text{l'inverse } \frac{2}{1000} = \frac{1000}{2} = 500 > 100$$

2.7 Discussion

Tableau 9: Tableau récapitulatif des résultats de criblage.

Groupes chimiques	La plante
Alcaloïdes	-
Polyphénols	+
Flavonoïdes	+
Tanins	-
Saponines	+
Tritèrènes	+

(-) : Absence ; (+) : Présence.

Le screening phytochimique de la plante *Atractylis* révèle la présence de plusieurs composés phytochimiques présentant des activités biologiques très intéressantes. Les tests réalisés mettent en évidence la présence de polyphénols, de flavonoïdes, de saponosides, de stéroïdes et de triterpènes, tandis que les alcaloïdes et les tanins sont absents.

Les résultats positifs de cette étude sont en accord avec des études phytochimiques réalisées sur d'autres espèces du même genre, celles-ci ont montré une richesse remarquable des divers métabolites secondaires dans les plantes *Atractylis*.

- L'étude phytochimique réalisée sur l'espèce *Atractylis humilis* L a mené à l'identification de neuf polyphénols (Sifouane *et al.*, 2020).
- Les flavonoïdes sont considérés comme des métabolites secondaires les plus répandus dans le genre *Atractylis*, ils ont été isolés à partir de plusieurs espèces telles que : *Atractylis cancellata* (Badaoui *et al.*, 2021), *Atractylis gummifera* (Chaboud *et al.*, 1988; Raynaud, 1978) et *Atractylis flava* (Chabani *et al.*, 2013).
- Le genre *Atractylis* est très riche en composés triterpéniques, ce qui est prouvé par les études phytochimiques réalisées sur les espèces : *Atractylis flava* (Chabani *et al.*, 2013) *Atractylis serratuloides* (Chabani *et al.*, 2016) et *Atractylis cancellata* (Badaoui *et al.*, 2021).
- La classe des saponosides n'a pas été mentionnée auparavant dans le genre *Atractylis*, à l'exception un travail qui a été effectué sur l'espèce *Atractylis flava* et conduit à la caractérisation de trois saponines (Chabani *et al.*, 2016).

Le résultat négatif du test des alcaloïdes sur l'extrait de notre plante contredit une étude réalisée sur une autre espèce du même genre (*Atractylis cancellata* L.), qui permis l'isolement et l'identification de deux alcaloïdes (Badaoui *et al.*, 2021).

3 Activité antimicrobienne

3.1 Expression des résultats

L'activité antibactérienne a été évaluée in vitro par la méthode de diffusion sur milieu gélosé contre quatre souches bactériennes ATCC (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Bacillus cereus*) en mesurant les diamètres de la zone d'inhibition autour des puits à l'aide d'un pied à coulisse.



Figure 30: Mesure du diamètre d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse

Les résultats obtenus sont récapitulés dans les tableaux suivants :

Tableau 10: Diamètre de la zone d'inhibition (mm) de l'extrait brut d'*Atractylis*

Souches C (mg/ml)	Zones d'inhibitions					
	Extrait brut					
	[200]	[100]	[50]	[25]	[12.5]	Sensibilité
<i>E.coli</i>	-	-	-	-	-	-
<i>B.cereus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	19,52±0,82	14,51±0,79	12,41±0,43	9,48±1,13	8,77±0,99	++
<i>P. aeruginosa</i>	14,50±1,83	11,86±0,90	10,31±1,24	10,035±1,65	9,47±0,75	+

C : Concentration ; (-) : Absence ; (++) : Très sensible ; (+) : Sensible

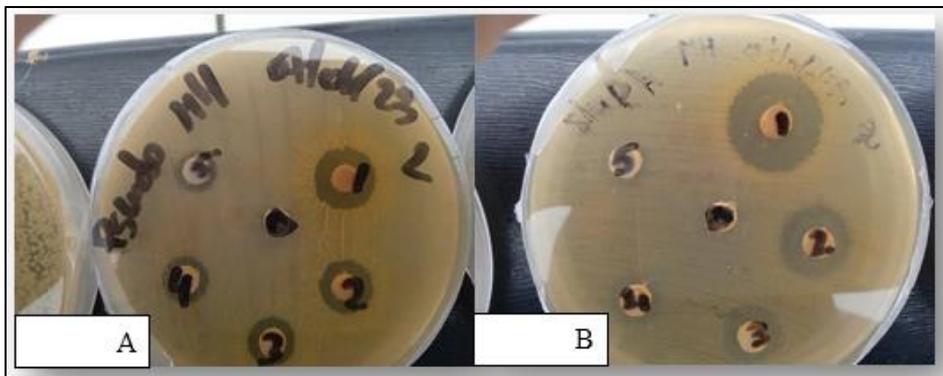


Figure 31 : Résultats positifs de l'activité antibactérienne.

A : Résultats de la souche *Pseudomonas aeruginosa* ; **B :** Résultats de la souche *Staphylococcus aureus*

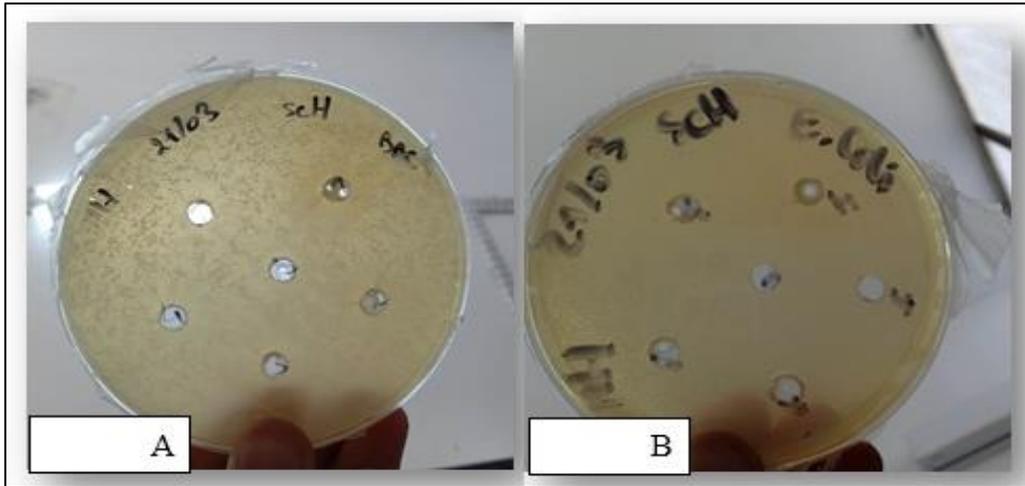


Figure 32 : Résultats négatifs de l'activité antibactérienne.

A : Résultats de la souche *Bacillus cereus*. ; **B** : Résultats de la souche *Escherichia coli*.

Les zones d'inhibition observées autour des puits remplis par différentes concentrations de l'extrait brut montrent bien diverses sensibilités contre les souches à Gram positif *Staphylococcus aureus* (diamètres varies entre $(8,77 \pm 0,99$ et $19,52 \pm 0,82)$ mm) et à Gram négatif *Pseudomonas aeruginosa* (diamètres varies entre $(9,47 \pm 0,75$ et $14,50 \pm 1,83)$ mm) (**Figure 31**). Cependant, l'extrait brut n'a indiqué aucun effet inhibiteur de croissance contre les bactéries à Gram négatif *Escherichia coli* et à Gram positif *Bacillus cereus* (**Figure 32**).

3.2 Discussion des résultats

L'activité antibactérienne de l'extrait brut de la plante *Atractylis* est représentée dans la figure suivante :

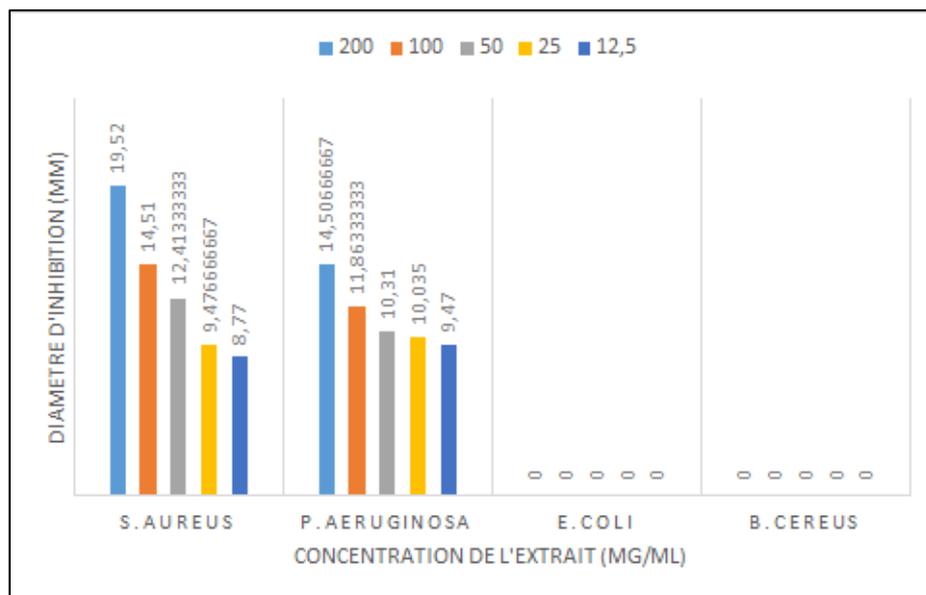


Figure 33 : Profil de résistance et sensibilité des souches à différentes concentrations de l'extrait brut.

Les résultats obtenus, ont révélé une variation de sensibilité des souches bactériennes testées vis-à-vis de l'extrait brut de la plante *Atractylis*.

La bactérie à gram négatif *Escherichia coli* a révélé une résistance envers l'extrait brut d'*Atractylis*, ce résultat est cohérent avec d'autres études menées sur des espèces apparentées. La première étude a testé l'extrait n-BuOH de l'espèce *Atractylis humilis*, qui a également constaté l'absence d'effet inhibiteur envers la croissance de la souche bactérienne *Escherichia coli* (**Sifouane, 2020**). La deuxième étude portant sur les extraits : éther de pétrole, dichlorométhane, AcOEt et n-BuOH d'*Atractylis flava*, ainsi que les extraits dichlorométhane et n-BuOH de la plante *Atractylis serratuloides* a révélé leur inactivité contre la souche *Echerichia coli* (**Chabani, 2014**). Cependant, nos résultats contredisent la sensibilité de la bactérie *Echerichia coli* contre l'extrait AcOEt de l'espèce *Atractylis humilis* (**Sifouane, 2020**). Les résultats des diamètres des zones d'inhibition révèlent que *Staphylococcus aureus* est très sensible vis-à-vis l'extrait brut testé ce qui est en accord avec les études de l'effet antibactérien contre la même souche sur les extraits éther de pétrole, dichlorométhane, AcOEt et n-BuOH d'*Atractylis flava* (**Chabani, 2014**), ainsi que les extraits AcOEt et n-BuOH de l'espèce *Atractylis humilis* (**Sifouane, 2020**).

L'extrait brut de la plante *Atractylis* a présenté une activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*, ceci est cohérent avec les études réalisées sur l'extrait n-BuOH de l'espèce *Atractylis humilis* (**Sifouane, 2020**), ainsi que l'extrait éther de pétrole de la plante *Atractylis flava* (**Chabani, 2014**), qui ont également exercé un effet inhibiteur contre *Pseudomonas aeruginosa*.

L'activité antimicrobienne de l'extrait brut de la plante *Atractylis* contre certaines souches testées peut être attribuée à la présence de divers métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les triterpènes et les saponosides. Cette richesse en métabolites secondaires a été confirmée par le screening phytochimique réalisé sur l'extrait brut. Plusieurs études ont démontré que les classes de métabolites secondaires mentionnées précédemment jouent un rôle dans les activités antimicrobiennes observées dans les extraits des végétaux (**Cowan, 1999; Nweze et al., 2004**).

Les plaies résultant de brûlures sévères constituent des microenvironnements propices au développement d'infections souvent difficiles, voire impossibles, à juguler. Les bactéries les plus redoutées sont *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*. La sensibilité de ces deux souches bactériennes vis-à-vis de l'extrait brut de la plante *Atractylis* étudiée peut expliquer l'efficacité traditionnelle de cette plante dans le traitement et le soulagement des brûlures dans la région du nord d'Algérie.

4 Activité cicatrisante

4.1 Observation des brûlures

Elle est basée sur la description de la couleur, la pousse de poils, la texture, ainsi la surface des plaies, tout au long de l'essai (21 jours).

Au cours, de la première semaine, on note la formation d'une croûte (couleur brune), aux bords des quatre plaies. Cependant ; la pousse de poils avec une texture mouillée, remarquée, dans les zones traitées par l'extrait de la plante.

Pendant la deuxième semaine, on observe un détachement de la croûte des brûlures traitées par l'extrait de la plante, la préparation traditionnelle et le médicament, durant cette semaine on note le premier cas de guérison chez le lapin numéro 2 traité par l'extrait brut de plante vers le dixième jour J₁₀.

À la fin de la troisième semaine, la réépithélialisation est complète pour les zones traitées par la préparation traditionnelle de la plante, mais légèrement tardive, pour les zones traitées par la sulfadiazine et la vaseline respectivement.

4.2 Surface des plaies

Le tableau et la figure ci-dessous, représentent la moyenne de toutes les surfaces brûlées \pm L'écart type, calculée pour 08 lapins, traités par les produits testés ; E : Extrait de la plante, P : Préparation traditionnelle de la plante, M : Médicament (la sulfadiazine) et V : Vaseline, pendant plus de 21 jours.

Tableau 11 : Surfaces des plaies à différent intervalles (mm²).

	E	P	V	M
J₀	431,05±158,02	453,57±86,88	479,38±123,02	404,66±119,39
J₀₃	332,29±78,99	371,58±40,86	497,13±55,59	421,28±145,59
J₀₆	226,10±86,94	270,73±86,64	433,99±129,02	304,86±98,49
J₀₉	134,42±94,30	160,20±28,51	279,77±88,06	190,14±93,34
J₁₂	67,88±56,93	51,58±48,11	146,61±85,11	96,30±67,40
J₁₅	28,37±23,80	18,29±18,30	63,10±45,82	38,05±33,47
J₁₈	7,37±10,97	2,99±6,05	22,75±23,35	18,67±21,57
J₂₁	1,15±3,26	0,00±0,00	11,59±13,60	10,71±12,59

E : Extrait de la plante, P : Préparation traditionnelle de la plante, M : Médicament (la sulfadiazine) et V : Vaseline (Placebo).

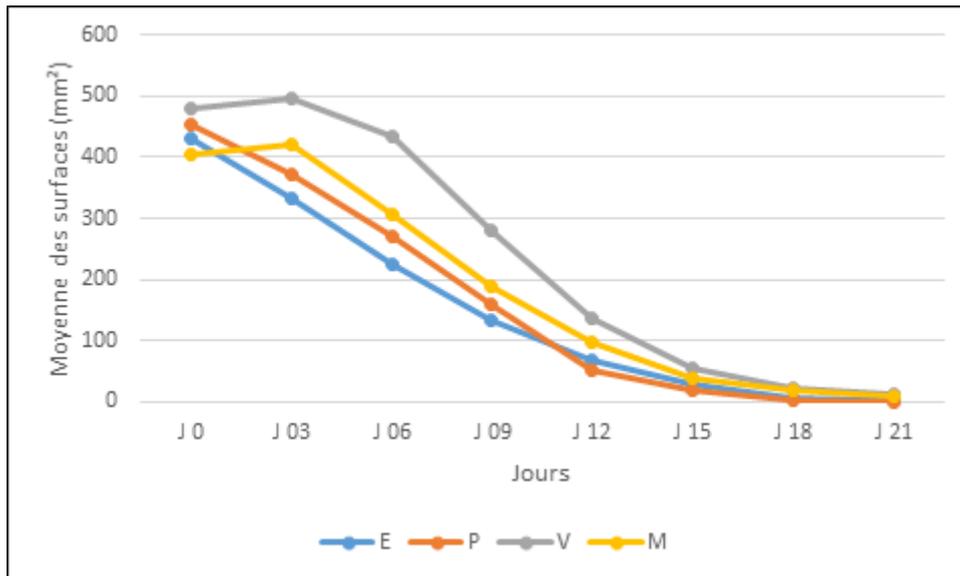


Figure 34 : Evolution de la moyenne des surfaces.

E : Extrait de la plante, P : Préparation traditionnelle de la plante, M : Médicament (la Sulfadiazine) et V : Vaseline (Placebo).

➤ **La phase inflammatoire (J 0 - J 06)**

Dans les premiers jours, une augmentation de la surface des plaies a été observée, ce qui indique l'installation de l'inflammation. Par la suite, la contraction des plaies a réellement commencé. Le processus de résorption de l'exsudat inflammatoire a démarré et s'est terminé à des moments différents selon chaque traitement utilisé, avec une détersion chronologique variable.

Durant la première semaine, les plaies traitées avec de l'extrait ont enregistré une réduction moyenne de surface ($226,10 \pm 86,94 \text{ mm}^2$), suivie de près par les plaies traitées avec la Préparation traditionnelle de la plante ($270,73 \pm 86,64 \text{ mm}^2$), puis celles traitées par la sulfadiazine ($304,86 \pm 98,49 \text{ mm}^2$), tandis que les plaies traitées par la vaseline ont montré une surface moyenne de ($433,99 \pm 129,02 \text{ mm}^2$). Ces résultats indiquent que l'extrait de la plante du genre *Atractylis* a contribué à une réduction de la surface des plaies par rapport aux autres plaies.

➤ **La phase contraction (J 06 – J 09)**

Pendant cette phase, les plaies traitées avec de l'extrait ($134,42 \pm 94,30 \text{ mm}^2$) présentent la surface la plus petite suivie par celles traitées avec la Préparation traditionnelle de la plante ($160,20 \pm 28,51 \text{ mm}^2$), puis la Sulfadiazine® ($190,14 \pm 93,34 \text{ mm}^2$) et. Les plaies traitées avec de la vaseline, quant à elles, affichent la plus grande surface moyenne ($279,77 \pm 88,06 \text{ mm}^2$) et leur phase de contraction débute légèrement plus lentement que les autres types de plaies. Cela confirme le chevauchement des différentes phases du processus de cicatrisation.

➤ **La phase d'épithélialisation (J₀₉ - J₁₅)**

Pendant cette phase, on observe que la surface moyenne des plaies traitées par la Préparation traditionnelle de la plante est la plus réduite (**18,29±18,30** mm²) que celles enregistrées lors de traitement par l'extrait brut de la plante (28,37±23,80 mm²) et par la sulfadiazine (38,05±33,47 mm²). La plus grande surface moyenne est notée dans les plaies traitées par la vaseline (63,10±45,82mm²). On constate que le traitement par la plante à la façon traditionnelle et par l'extrait brut de la même plante semblent avoir facilité l'hydratation de la plaie, ce qui en fait les produits les plus efficaces.

➤ **La phase de maturation (J₁₅ – J₂₁)**

À la fin de la troisième semaine, la surface moyenne des zones traitées par la préparation traditionnelle de la plante est nulle ; ce qui décrit une réépithélialisation complète de la peau. On observe également un affaissement spectaculaire des surfaces enregistrées dans les zones traitées avec l'extrait brut de la plante (1,15±3,26 mm²). En revanche, cet affaissement est plus progressif pour la sulfadiazine (10,71±12,59 mm²) et la vaseline (11,59±13,60 mm²). Durant cette phase la meilleure maturation a été observée sur les plaies traitées par la préparation traditionnelle suivie par celles traitées avec l'extrait brut de la plante ; Ces observations mettent en évidence l'effet précoce de la plante *Atractylis* sur la régénération épithéliale des brûlures du deuxième degré.

4.3 Contraction des plaies

Le tableau et la figure ci-dessous offrent une augmentation continue du taux de contraction des plaies.

Tableau 12 : Taux (%) de contraction des plaies à différent intervalles.

	E	P	V	M
J₀₃	19,89±10,31	16,34±15,32	-6,20±18,52	-4,94±21,53
J₀₆	45,93±19,14	39,29±16,11	8,87±17,64	23,69±16,80
J₀₉	70,95±20,51	64,10±6,29	40,91±13,25	51,97±18,69
J₁₂	85,67±11,86	86,67±10,26	68,04±16,25	75,22±12,83
J₁₅	94,12±4,25	95,00±3,91	85,84±8,56	89,89±6,83
J₁₈	98,51±1,98	98,94±1,26	94,90±3,50	94,84±4,35
J₂₁	99,81±0,55	100,00±0,00	97,16±2,74	96,95±2,53

E : Extrait de la plante, P : Préparation traditionnelle de la plante, M : Médicament (la sulfadiazine) et V : Vaseline (Placebo).

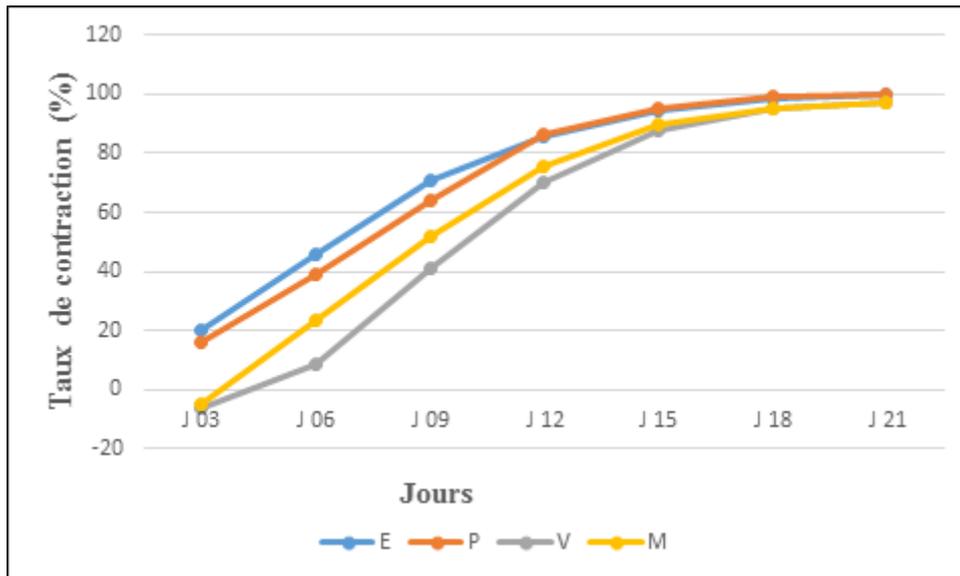


Figure 35 : Evolution de la contraction des plaies.

E : Extrait de la plante, P : Préparation traditionnelle de la plante, M : Médicament (la Sulfadiazine) et V : Vaseline (Placebo).

Une contraction progressive de la surface de la plaie est observée à partir de la première semaine, correspondant à la période inflammatoire, dans tous les types de plaies. Cette contraction a commencé tôt pour les plaies traitées par l'extrait brut de la plante (J₀₂ : 4,61±32,62%) et celles traitées par la préparation traditionnelle de la plante (J₀₃ : 16,34±15,32%), un peu plus tard pour les plaies traitées avec la sulfadiazine (J₀₄ : 2,34±21,50%), et enfin pour celles traitées par la vaseline (J₀₅ : 7,94±22,08%).

Durant toutes les phases de la cicatrisation, il a été observé que le taux de contraction était meilleur dans les plaies traitées par la plante *Atractylis* que ce soit l'extrait brut (jour 0 à 9, avec un taux maximal de (70,95±20,51%) ou avec la préparation traditionnelle (jour 10 à 21 avec une réépithélialisation complète 100%). Les deux traitements ont montré des résultats similaires en termes d'efficacité de contraction de la plaie, avec une différence négligeable entre eux.

	E	P	V	M
J ₀				
J ₀₃				
J ₀₆				
J ₀₉				
J ₁₃				
J ₁₅				
J ₁₈				
J ₂₁				

Figure 36 : Chronologie de la cicatrisation.

4.4 Etat général et poids des animaux

Au cours de l'essai préclinique, aucune mortalité n'est enregistrée chez les lapins.

L'évolution du poids des lapins est l'un des paramètres auquel, nous nous sommes intéressées durant notre travail. Le tableau ci-dessous, démontre que le poids moyen des lapins a évolué de manière remarquable par rapport au poids moyen initial (2772 g) à J0.

L'application quotidienne des produits testés n'a pas eu d'effet significatif sur l'évolution corporelle des lapins. Le gain de poids obtenu après 21 jours d'application s'élève à **15,57%**, ce qui reflète les conditions générales de l'animalerie ainsi que l'âge et la croissance normale des lapins au cours de la période d'étude.

Tableau 13 : Poids moyen (g) des lapins brûlés à différentes semaines.

Semaine	Poids moyen (g)
J 0	2772,25 ±332.1
J 07	2950,37 ±380.22
J 14	2966±382.42
J 21	3204,12±351,33

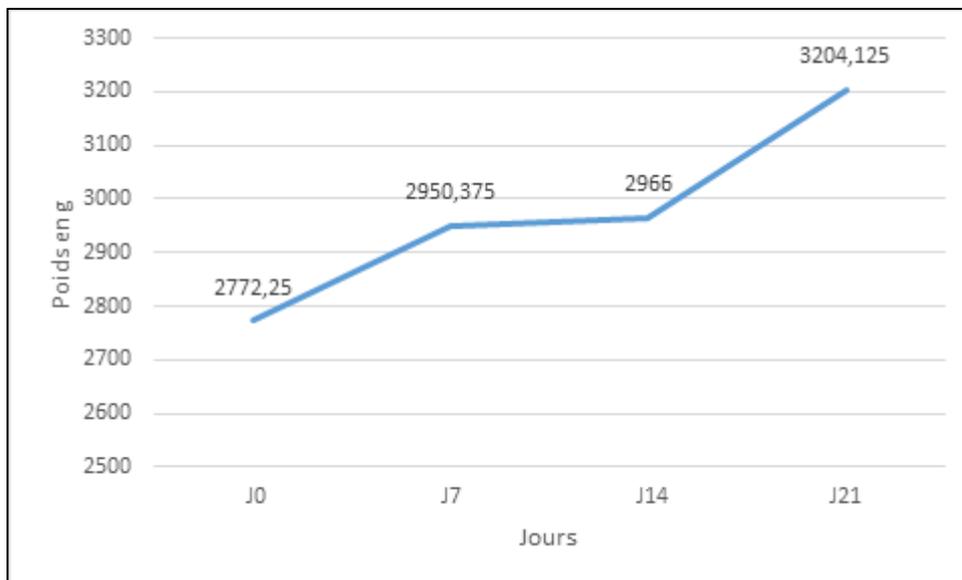


Figure 37: Evolution du poids corporel moyen des lapins brûlés

4.5 Discussion

Il semble que d'un point de vue clinique, la plante *Atractylis* favorise la phase inflammatoire lors du processus de cicatrisation des brûlures. Selon les résultats mentionnés, la surface des plaies traitées avec cette plante aurait augmenté de 26,91% par rapport à la surface initiale au quatrième jour, et de 45,93% au sixième jour. Ces chiffres correspondent aux résultats rapportés par **(Park & Barbul, 2004)**, qui décrivent les six premiers jours suivant les brûlures comme étant la phase inflammatoire, caractérisée par l'érythème (rougeur) et l'œdème (gonflement).

Les résultats obtenus sont en accord avec d'autres recherches utilisant des pommades à base de feuilles d'*Opilia celtidifolia*, qui ont montré un rétrécissement des plaies de 30% et 34% respectivement au cinquième jour **(Karabinta, 2010)**. D'autres études portant sur l'huile de lentisque ont également rapporté que cette huile présente des effets cicatrisants dès le quatrième jour, avec une réduction de la surface de la plaie allant de 36% à 33% **(Djerrou et al., 2013)**; **(Maameri-Habibatni, 2014)**.

Le taux de contraction observé au J₁₀ pour la plante *Atractylis* (84,43%) est plus élevé que ceux obtenus avec l'utilisation de l'huile de lentisque (46,13%) **(Maameri-Habibatni, 2014)** et l'huile d'olive : *Hypericum perforatum L.* (50,8%) **(Süntar et al., 2010)**.

À partir du J₁₄, les plaies traitées avec la plante *Atractylis* ont montré des taux de contraction dépassant 92%, atteignant un taux de 99% au Jour 19, avec une guérison complète observée au J₂₁. Il convient de noter qu'au J₁₀, une réépithélialisation complète a été observée dans l'une des 8 plaies traitées avec cette plante. Ces résultats sont très encourageants en comparaison avec ceux obtenus avec d'autres plantes traditionnellement reconnues pour leurs effets cicatrisants. Par exemple, l'huile de lentisque a montré un taux de contraction de 92% au J₁₈ **(Boulebda et al., 2009)** et *Fagopyrum Esculentum* en combinaison avec du miel a montré un taux de 99% au J₂₇ **(Zouhir, 2014)**.

La plante *Atractylis* se distingue par sa richesse en diverses classes de métabolites secondaires, notamment les flavonoïdes et les saponosides, connus pour leurs effets bénéfiques sur la cicatrisation cutanée. De plus, la plante présente une activité antibactérienne contre des souches bactériennes couramment associées aux infections cutanées, telles que *S. aureus* et *P. aeruginosa*. Ces caractéristiques permettent de justifier l'efficacité de notre plante en tant que traitement cicatrisant.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le présent travail a abordé la problématique de l'effet de l'extrait de la plante médicinale algérienne du genre *Atractylis* dans le traitement des brûlures, Les résultats obtenus ont fourni des informations significatives sur les propriétés antimicrobiennes et cicatrisantes de cet extrait.

Le criblage phytochimique de l'extrait de la plante *Atractylis* a révélé la présence de différentes classes de métabolites secondaires connus pour leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et cicatrisantes. Ces composés pourraient contribuer à l'efficacité de l'extrait dans le traitement des brûlures, ce qui a été soutenu par l'évaluation de son activité antibactérienne contre des souches bactériennes couramment associées aux infections cutanées.

Les essais expérimentaux menés sur des lapins ont clairement démontré les effets bénéfiques de la plante *Atractylis* dans la cicatrisation des brûlures, favorisant la réduction de la surface des plaies et la réépithélialisation complète des tissus endommagés.

Ces découvertes soulignent le potentiel de l'extrait de la plante *Atractylis* en tant que traitement des brûlures, grâce à ses propriétés antimicrobiennes et cicatrisantes. Toutefois, il est essentiel de mener des études supplémentaires afin de confirmer ces résultats et d'approfondir notre compréhension des mécanismes d'action impliqués.

En conclusion, cette étude fournit des preuves solides de l'efficacité de l'extrait de la plante *Atractylis* dans le traitement des brûlures, mettant en évidence ses propriétés antimicrobiennes et cicatrisantes. Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives thérapeutiques, offrant ainsi des possibilités prometteuses pour améliorer les soins aux patients souffrant de brûlures.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdallah, R. B., Frikha, D., Maalej, S., & Sassi, E. S. (2021).** *EVALUATION IN VITRO DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE ET ANTIFONGIQUE DE QUATRE ESPECES ALGALES MARINES IN VITRO EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF MARINE ALGAE.*
- Adolphi, B., Scholz-Ahrens, K. E., de Vrese, M., Açil, Y., Laue, C., & Schrezenmeir, J. (2009).** Short-term effect of bedtime consumption of fermented milk supplemented with calcium, inulin-type fructans and caseinphosphopeptides on bone metabolism in healthy, postmenopausal women. *European Journal of Nutrition*, 48(1), 45-53. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-0759-y>
- Aichi, M. (2009).** *Document Details | ETUDE PHYTOCHIMIQUE DE LA PLANTE ATRCTYLIS CANCELLA.* http://theses.univ-batna.dz/index.php/theses-en-ligne/doc_details/1737-etude-phytochimique-de-la-plante-atrctylis-cancellata
- Alaniz, F. S., Mazzarini, L. A., Demo, M. S., Sabini, L. I., & Maldonado, A. M. (2010).** Derivated products from *Achyrocline satureioides* and *Arnica montana*, with immunomodulating effects. *Mol. Med. Chem*, 20, 121-124.
- Arma, R. (2023).** *Plantes alimentaires.* ARMA Robin. <http://www.robinarma.com>.
- Badaoui, M. I., Alabdul Magid, A., Benkhaled, M., Bensouici, C., Harakat, D., Voutquenne-Nazabadioko, L., & Haba, H. (2021).** Pyrroloquinolone A, a new alkaloid and other phytochemicals from *Atractylis cancellata* L. with antioxidant and anticholinesterase activities. *Natural product research*, 35(18), 2997-3003.
- BELAL, S., BENAMEUR, K., & CHALABI, S. (2019).** *Contribution à l'étude phytochimique et de l'activité antimicrobienne de Pulicaria odora L.*

- Bennick, A. (2002).** *Interaction des polyphénols d'usine avec les protéines salivaires.*
Université de Toronto.
- Beroual, K., & Hamdi Pacha, Y. (2017).** *Impact de linum usitatissimum sur la regeneration epitheliale et sur la pousse de poils.* <http://depot.umc.edu.dz/handle/123456789/1599>
- Bouaziz, M., Dhouib, A., Loukil, S., Boukhris, M., & Sayadi, S. (2009).** Polyphenols content, antioxidant and antimicrobial activities of extracts of some wild plants collected from the south of Tunisia. *African journal of biotechnology*, 8(24).
- Boulebda, N., Belkhiri, A., Belfadel, F., Bensegueni, A., & Bahri, L. (2009).** Dermal wound healing effect of Pistacia lentiscus fruit's fatty oil. *Pharmacognosy Research*, 1(2).
- Bown, D. (1995).** The Royal Horticultural Society encyclopedia of herbs & their uses. *The Royal Horticultural Society Encyclopedia of Herbs & Their Uses.*
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19950317964>
- Bradley, P. R. (1992).** *British herbal compendium. Volume 1. A handbook of scientific information on widely used plant drugs. Companion to Volume 1 of the British Herbal Pharmacopoeia.* British Herbal Medicine Association.
- Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et Documentation..* (3ème Ed). Lavoisier.
https://books.google.dz/books?id=jDVXngEACAAJ&printsec=frontcover&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Burns. (2023, avril 25).** <https://www.nigms.nih.gov/education/fact-sheets/Pages/burns.aspx>
- Calabria, L. M., Piacente, S., Kapusta, I., Dharmawardhane, S. F., Segarra, F. M., Pessiki, P. J., & Mabry, T. J. (2008).** Triterpene saponins from *Silphium radula*. *Phytochemistry*, 69(4), 961-972. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.10.017>

- Calmes, M., Crespin, F., Maillard, C., Ollivier, E., & Balansard, G. (1994). High-performance liquid chromatographic determination of atractyloside and carboxyatractyloside from *Atractylis gummifera* L. *Journal of Chromatography A*, 663(1), 119-122.
- Carbannelle, B. (1988).** *Bactériologie médicale : Techniques usuelles*. Simep.
- Chabane, S. (2021).** *CARACTERISATION, TOXICITE ET ACTIVITES BIOLOGIQUES DE TEUCRIUM POLIUM* [Thesis, Université de M'sila].
<http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/23887>
- Chabani, S., Haba, H., Lavaud, C., Benkhaled, M., & Harakat, D. (2013).** Flavonoid glycosides and triterpenoids from *Atractylis flava*. *Phytochemistry Letters*, 6(1), 9-13.
- CHABANI SONIA. (2014).** Etude chimique de deux plantes sahariennes du genre *Atractylis*: *Atractylis flava* et *Atractylis serratuloides*. THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES Spécialité Chimie Organique. UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR-BATNA FACULTE DES SCIENCES DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE
- Chabani, S., Haba, H., Long, C., & Benkhaled, M. (2016).** Chemical composition of medicinal plant *Atractylis serratuloides*. *Industrial Crops and Products*, 88, 91-95.
- Chaboud, A., Dellamonica, G., & Raynaud, J. (1988).** Neocorymboside, a di-C-glycosylflavone from *Atractylis gummifera*. *Phytochemistry*, 27(7), 2360-2361.
- Coste, E., Fons, F., Rapior, S., & J., J. (2015).** *Trente-sept plantes chinoises (Magnoliidae, Ranunculidae, Asteridae). Caractères botaniques, étude pharmacologique et intérêt thérapeutique / Thirty-seven Chinese herbs (Magnoliidae, Ranunculidae, Asteridae). Botanical characteristics, pharmacological investigation and therapeutical properties.*
- Cowan, M. (1999).** *Plant products as antimicrobial agents....* - Google Scholar.
https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=Cowan+MM.+1999.+Plant+products+as+antimicrobial+agents.+Clin.+Microbiol.+Rev.+12%2C+564-582.+&btnG=

- Daniele, C., Dahamna, S., Firuzi, O., Sekfali, N., Saso, L., & Mazzanti, G. (2005).** Atractylis gummifera L. poisoning : An ethnopharmacological review. *Journal of ethnopharmacology*, 97(2), 175-181.
- Djerrou, Z., Bensari, C., Bachtarzi, K., Djaalab, H., Riachi, F., Maameri, Z., & Pacha, Y. H. (2013).** Safety and efficacy of Pistacia lentiscus L. fruit's fatty oil for the treatment of dermal burns : A synthesis report. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3(4), 464-469.
- Doat, J. (1978).** Les tanins dans les bois tropicaux. *Bois et Forêts des Tropiques*. <https://agritrop.cirad.fr/444167/>
- Dorman, H.-D., & Deans, S. G. (2000).** Antimicrobial agents from plants : Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.
- El Rhaffari, L., & Zaid, A. (2002).** Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet) : Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée. *Des sources du savoir aux médicaments du futur*, 1, 293-318.
- Forgo, P., Zupkó, I., Molnár, J., Vasas, A., Dombi, G., & Hohmann, J. (2012).** Bioactivity-guided isolation of antiproliferative compounds from Centaurea jacea L. *Fitoterapia*, 83(5), 921-925. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2012.04.006>
- Formisano, C., Sirignano, C., Rigano, D., Chianese, G., Zengin, G., Seo, E.-J., Efferth, T., & Taglialatela-Scafati, O. (2017).** Antiproliferative activity against leukemia cells of sesquiterpene lactones from the Turkish endemic plant Centaurea drabifolia subsp. Detonsa. *Fitoterapia*, 120, 98-102. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.05.016>
- Gee, J. M., & Johnson, I. T. (2001).** Polyphenolic compounds : Interactions with the gut and implications for human health. *Current Medicinal Chemistry*, 8(11), 1245-1255. <https://doi.org/10.2174/0929867013372256>

- Gray, S. F., & Redwood, T. (1848).** *Gray's Supplement to the Pharmacopoeia : Being a Concise But Comprehensive Dispensatory and Manual of Facts and Formulae, for the Chemist and Druggist and Medical Practitioner.* Longman and Company.
- Guo, W.-Q., Li, L.-Z., He, Z.-Y., Zhang, Q., Liu, J., Hu, C.-Y., Qin, F.-J., & Wang, T.-Y. (2013).** Anti-proliferative effects of *Atractylis lancea* (Thunb.) DC. via down-regulation of the c-myc/hTERT/telomerase pathway in Hep-G2 cells. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(11), 6363-6367.
- Hahn, M. W., Lünsdorf, H., Wu, Q., Schauer, M., Höfle, M. G., Boenigk, J., & Stadler, P. (2003).** Isolation of novel ultramicrobacteria classified as Actinobacteria from five freshwater habitats in Europe and Asia. *Applied and environmental microbiology*, 69(3), 1442-1451.
- Hamdi Pacha, Y., Belkhiri, A., Benazzouz, M., Benhamza, L., & Bensegueni, L. (2002).** *Evaluation de l'activité cicatrisante suite à des brûlures expérimentales de quelques plantes algériennes.* 16, 1-7.
- Hé, D. (2006).** *Bilan des connaissances actuelles sur la cicatrisation des plaies cutanées chez le chien et le chat* [Other]. <https://oatao.univ-toulouse.fr/1609/>
- Hemingway, R. W. (1989).** Structural Variations in Proanthocyanidins and Their Derivatives. In R. W. Hemingway, J. J. Karchesy, & S. J. Branham (Éds.), *Chemistry and Significance of Condensed Tannins* (p. 83-107). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7511-1_5
- Iserin, P. (2007).** *Encyclopédie des plantes médicinales—Google Livres.* https://books.google.dz/books/about/Encyclop%C3%A9die_des_plantes_m%C3%A9dicinales.html?id=-Cd-KAAACAAJ&redir_esc=y

- Juan-Badaturuge, M., Habtemariam, S., Jackson, C., & Thomas, M. J. (2009).** Antioxidant principles of *Tanacetum vulgare* L. aerial parts. *Natural product communications*, 4(11), 1934578X0900401121.
- Kaci, Z., MAKAOUI, N., HASSANI, A., & BOUBEKEUR, S. (2017, octobre 8).** Contribution à l'étude des activités cicatrisante, anti-inflammatoire et antimicrobienne d'*Aloe arborescens* Mill.
- Karabinta, K. D. A. (2010).** Propriété cicatrisante des feuilles de *Opilia celtidifolia* (Guill. Et Perr.) Endl. Ex Walp. (Opiliaceae).
<https://www.keneya.net/fmpos/theses/2010/pharma/pdf/10P28.pdf>
- Ku-Vera, J., Jimenez-Ocampo, R., Valencia-Salazar, S., Montoya-Flores, D., I., M., Arango, J., Gomez, C., Aguilar-Pérez, C., & Solorio-Sánchez, F. (2020).** Role of Secondary Plant Metabolites on Enteric Methane Mitigation in Ruminants.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00584>
- Li, Z.-Y., Zhi, H.-J., Xue, S.-Y., Sun, H.-F., Zhang, F.-S., Jia, J.-P., Xing, J., Zhang, L.-Z., & Qin, X.-M. (2012).** Metabolomic profiling of the flower bud and rachis of *Tussilago farfara* with antitussive and expectorant effects on mice. *Journal of ethnopharmacology*, 140(1), 83-90.
- Losada Echeberria, M., Herranz Lopez, M., Micol, V., & Barrajon-Catalán, E. (2017).** Polyphenols as Promising Drugs against Main Breast Cancer Signatures. *Antioxidants*, 6, 88. <https://doi.org/10.3390/antiox6040088>
- Maameri-Habibatni, Z. (2014).** *Pistacia lentiscus* L. : Evaluation pharmacotoxicologique [PhD Thesis]. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Constantine 1, Algérie.
- Martel, J. L., Miao, J. H., & Badri, T. (2023).** Anatomy, Hair Follicle. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470321/>

- Mayo Clinic Staff. (2022).** *Burns—Symptoms and causes—Mayo Clinic.*
<https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/burns/symptoms-causes/syc-20370539>
- Melakhessou, M. akram, Naima, B., Eddine, M. S., & Soumia, B. (2018).** Anti-Inflammatory, Anti-pyretic and Acute Toxicity Effects of n-Butanol Extract of *Atractylis flava* Desf in Rats. *Pharmacognosy Journal*, 10(4).
- Millanvoye, G. (1987).** *Mini-encyclopédie des médecines naturelles—Petit précis historique des remèdes de grand-mère.* france-Loisirs.
- Monique, R. (2019).** *Plaies, cicatrisation et pansements.* Elsevier Connect.
<https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/ifsiiinfirmier/plaies,-cicatrisation-et-pansements>
- Montoro, P., Braca, A., Pizza, C., & De Tommasi, N. (2005).** Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food Chemistry*, 92(2), 349-355. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.028>
- Mordujovich-Buschiazzo, P., Balsa, E. M., Buschiazzo, H. O., Mandrile, E., Rosella, M., & Schinella, G. (1996).** Anti-inflammatory activity of *Tanacetum vulgare*. *Fitoterapia (Milano)*, 67(4), 319-322.
- Nweze, E. I., Okafor, J. I., & Njoku, O. (2004).** Antimicrobial activities of methanolic extracts of *Trema guineensis* (Schumm and Thorn) and *Morinda lucida* benth used in Nigerian. *Bio-research*, 2(1), 39-46.
- O’Neill, M. J. (1996).** Trease and Evans’ pharmacognosy. *The Lancet*, 348(9042), 1645.
- Oreizi, E., Negaresh, K., & Rahiminejad, M. (2017).** A new name in *Centaurea* (Asteraceae, Cardueae) from Turkey. *Candollea*, 72, 319-322.
<https://doi.org/10.15553/c2017v722a7>
- Ozenda, P. (1977).** *Flore du Sahara : Editions CNRS.* Paris.

- Ozenda, P. (1991).** *Flore et végétation du Sahara*. Paris : Editions du Centre national de la recherche scientifique. <http://archive.org/details/floreetvegetatio0000ozen>
- Ozkan, I., & Ibrahim, C. H. (2016).** Dehydration, skeletal muscle damage and inflammation before the competitions among the elite wrestlers. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 162-168. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.162>
- Paolini, V., Bergeaud, J. P., Grisez, C., Prevot, F., Dorchies, P., & Hoste, H. (2003).** Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 113(3-4), 253-261. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(03\)00064-5](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(03)00064-5)
- Park, J. E., & Barbul, A. (2004).** Understanding the role of immune regulation in wound healing. *American Journal of Surgery*, 187(5A), 11S-16S. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(03\)00296-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(03)00296-4)
- Raffoul, W., & Berger, M. (2006).** Les brûlures : De lébouillement à lélectrisation - définitions et traitement. *Forum Médical Suisse – Swiss Medical Forum*, 6(10). <https://doi.org/10.4414/fms.2006.05807>
- Rahman, S. A., Abd-Ellatif, S. A., Deraz, S. F., & Khalil, A. A. (2011).** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt : Natural alternatives for infectious disease treatment. *African Journal of Biotechnology*, 10(52), 10733-10743.
- Raynaud, M. (1978).** *Contribution A l'étude des C-glycosyl flavonoides des feuilles d'Atractylis gummifera L.(Composees)*.
- Safer, S., Cicek, S. S., Pieri, V., Schwaiger, S., Schneider, P., Wissemann, V., & Stuppner, H. (2011).** Metabolic fingerprinting of *Leontopodium* species (Asteraceae) by means of ¹H NMR and HPLC–ESI-MS. *Phytochemistry*, 72(11), 1379-1389. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.04.006>

- Saini, S., & Sharma, S. (2013).** Antidiabetic effect of *Helianthus annuus* L., seeds ethanolic extract in streptozotocinnicotinamide induced type 2 diabetes mellitus. *Int J Pharm Pharm Sci*, 5(2), 382-387.
- Saladin, K. (2018).** *Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function* (8th éd.). McGraw-Hill Education.
- San Feliciano, A., Medarde, M., Miguel del Corral, J. M., Aramburu, A., Gordaliza, M., & Barrero, A. F. (1989).** Aquatolide. A new type of humulane-related sesquiterpene lactone. *Tetrahedron Letters*, 30(21), 2851-2854. [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(00\)99142-1](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)99142-1)
- SIFOUANE Siham. (2021).** Etude phytochimique de deux plantes *Atractylis humilis* et *Carduncellus pinnatus* (Asteraceae). THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES Spécialité Chimie Organique. UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR-BATNA 1- Faculté des Sciences de la Matière Département de Chimie
- Sifouane, S., Benabdelaziz, I., Benkhaled, M., Gómez-Ruiz, S., Carralero, S., & Haba, H. (2020).** A new aryltetralin lignan and other phytoconstituents from *Atractylis humilis*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 90, 104018.
- Skalli, S., Alaoui, I., Pineau, A., Zaid, A., & Soulaymani, R. (2002).** L'intoxication par le chardon à glu (*Atractylis gummifera* L.); à propos d'un cas clinique. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 95(4), 284-286.
- Srivastava, P., & Durgaprasad, S. (2008).** Burn wound healing property of *Cocos nucifera* : An appraisal. *Indian Journal of Pharmacology*, 40(4), 144-146. <https://doi.org/10.4103/0253-7613.43159>
- Strang, C. (2006).** *Larousse médical*. Larousse.
- Structure de la peau | Association Française pour la Recherche sur l'Hidrosadénite | Marie-France Bru-Daprés.* (2021). http://www.afrh.fr/la_maladie_de_verneuil_ou_h/structure_de_la_peau.html

- Süntar, I. P., Akkol, E. K., Yilmazer, D., Baykal, T., Kırmızıbekmez, H., Alper, M., & Yeşilada, E. (2010).** Investigations on the in vivo wound healing potential of *Hypericum perforatum* L. *Journal of ethnopharmacology*, 127(2), 468-477.
- Sekkoum, K., Abdelkrim, C., & Taleb, S. (2012).** *Lithiase Urinaire et Plantes Medicinales*.
- Touafek, O. (2010).** *Etude phytochimique de plantes médicinales du nord et du sud algériens*. [Doctorat en chimie organique]. Université Mentouri.
- Vernex-Lozet, C., & S. (2011).** *Les possibilités de la phytothérapie en gériatrie canine*. <https://core.ac.uk/display/40146797>
- Wichtl, M. (2004).** *Herbal drugs and phytopharmaceuticals : A handbook for practice on a scientific basis*. Medpharm GmbH Scientific Publishers.
- Williamson, E. M. (2001).** Synergy and other interactions in phytomedicines. *Phytomedicine*, 8(5), 401-409. <https://doi.org/10.1078/0944-7113-00060>
- Zaibet, W. (2016).** *Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de *Daucus aureus* (Desf) et de *Reutera lutea* (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD)*. Université Ferhat Abbas-Sétif-1UFAS,.
- Zouhir, D. (2014).** Efficacy of honey bee and *Fagopyrum esculentum* Moench ointment in the treatment of sub chronic wound in rabbits : A case control study. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 9(1), 14-18.

Annexe

*(Bmc, Axes du
projet start-up)*

1 BMC

Pour une meilleure compréhension de notre modèle économique, nous avons inclus dans cette annexe une présentation détaillée des cases du Business Model Canvas (BMC). Le BMC est un outil largement utilisé pour analyser et décrire les différents aspects d'un modèle économique. En partageant notre BMC, nous souhaitons fournir une vue d'ensemble clair et concis de la façon dont notre entreprise crée, livre et capture de la valeur. Chaque case du BMC a été soigneusement remplie pour refléter notre stratégie et notre approche commerciale :

1.1 Segment de clients

Notre crème cicatrisante « **HEALFAST** », cible plusieurs segments de clients. Tout d'abord, les personnes souffrant de brûlures légères, qu'elles aient été causées par des accidents domestiques ou des expositions au soleil. Ces clients recherchent des solutions efficaces pour une guérison rapide sans complications et accélérer la cicatrisation. Les consommateurs sont à la recherche de produits naturels pour leur routine de soin de la peau, qui privilégient les ingrédients naturels et souhaitent éviter les produits chimiques agressifs.

1.2 Proposition de valeur

Notre crème cicatrisante « **HEALFAST** » à base de la plante du genre *Atractylis*, appartenant à la famille des Astéracées, se distingue par son utilisation d'un ingrédient naturel et traditionnellement reconnu pour ses propriétés cicatrisantes. Nous avons développé une formule spécifique qui exploite les bienfaits de l'*Atractylis* pour accélérer la cicatrisation des brûlures et favoriser la régénération des tissus. Les composés actifs de l'*Atractylis* possèdent des propriétés anti-inflammatoires et antimicrobiennes, contribuant ainsi à réduire l'inflammation associée aux brûlures. Notre produit est formulé avec soin pour assurer une absorption optimale et une tolérance cutanée élevée. Nous mettons également l'accent sur l'utilisation d'ingrédients naturels et durables, en harmonie avec les attentes des consommateurs soucieux de l'environnement.

Notre produit intègre un système innovant de réduction des déchets. En effet, nous avons mis en place un processus de récupération des boîtes utilisées, ce qui nous permet de les réutiliser et de contribuer ainsi à la réduction de notre empreinte écologique. De plus, dans le cadre de notre engagement en faveur de l'environnement, nous offrons une réduction sur le prix de chaque boîte récupérée lors de chaque achat. De cette manière, nous encourageons nos

clients à participer activement à notre initiative de réduction des déchets tout en bénéficiant d'un avantage économique.

1.3 Canaux de distribution

Nous prévoyons de commercialiser notre crème cicatrisante à travers différents canaux de distribution pour atteindre notre public cible. Tout d'abord, nous envisageons de travailler avec des pharmacies et des parapharmacies locales. Ces canaux traditionnels permettront d'atteindre les clients à la recherche de solutions de soins médicaux et de produits naturels. Nous explorerons également la possibilité de vendre nos produits en ligne, en développant notre propre site web de commerce électronique et en les proposant sur des plateformes spécialisées dans les produits de santé et de beauté naturels. Cette approche nous permettra d'atteindre un public plus large, y compris des clients internationaux. De plus, nous chercherons des partenariats avec des boutiques spécialisées dans les produits de santé naturels pour accroître notre visibilité et notre accessibilité.

1.4 Relation client

Nous nous engageons à offrir un service client de qualité et à établir une relation solide avec nos clients. Pour cela, nous fournirons des informations détaillées sur les avantages et l'utilisation de notre crème cicatrisante « **HEALFAST** » à base de *Atractylis*. Nous serons disponibles pour répondre aux questions de nos clients et leur fournir un soutien personnalisé. Nous mettrons en place un service client réactif via différents canaux de communication, tels que le chat en ligne, les réseaux sociaux, le courrier électronique et un numéro de téléphone dédié. Nous valoriserons également la fidélité de nos clients en mettant en place un programme de fidélité offrant des avantages exclusifs, des réductions spéciales et des offres promotionnelles régulières. Nous maintiendrons une communication continue avec nos clients existants en partageant des conseils de soins de la peau, des actualités sur notre produit et des informations sur les nouvelles offres.

1.5 Sources de revenus

Nos principales sources de revenus proviendront de la vente directe de notre crème cicatrisante aux consommateurs finaux. Nous proposerons un prix de vente fixe pour notre produit, en tenant compte des coûts de production, des marges bénéficiaires et de la concurrence sur le marché. Nous envisagerons également des offres spéciales, des packs promotionnels ou des éditions limitées pour stimuler les ventes. En parallèle, nous chercherons des opportunités

de collaboration avec des professionnels de la santé, tels que les dermatologues et les esthéticiens, qui pourraient recommander notre crème cicatrisante à leurs patients en tant que traitement complémentaire.

1.6 Activités clés

Nos activités clés englobent plusieurs domaines essentiels. Tout d'abord, nous mènerons des recherches approfondies sur les propriétés et les bienfaits de l'*Atractylis* pour la cicatrisation des brûlures. Cela comprendra des études sur les composés actifs, les mécanismes d'action et les éventuelles interactions avec d'autres ingrédients. Nous travaillerons également sur le développement de la formule, en optimisant la concentration d'*Atractylis* et en choisissant les autres ingrédients complémentaires. Ensuite, nous nous concentrerons sur la production de la crème cicatrisante dans des installations conformes aux normes de qualité et de sécurité. Cela impliquera l'approvisionnement en ingrédients de qualité, la fabrication selon des protocoles stricts et le contrôle de la qualité à toutes les étapes. Nous accorderons également une attention particulière à la conception de l'emballage, en utilisant des matériaux respectueux de l'environnement et en fournissant des informations claires sur l'utilisation et les avantages du produit. Enfin, nous consacrerons des ressources à la promotion et au marketing de notre crème cicatrisante, en élaborant des stratégies de communication, des campagnes publicitaires, des partenariats avec des influenceurs et la participation à des événements pertinents.

1.7 Partenaires clés

Nos partenaires clés joueront un rôle crucial dans le succès de notre entreprise. Nous chercherons à établir des partenariats avec des producteurs d'*Atractylis* fiables, qui fourniront la plante médicinale de haute qualité nécessaire à notre production. Nous travaillerons également en collaboration avec des laboratoires de recherche spécialisés dans les études sur les plantes médicinales et les soins de la peau, pour bénéficier de leur expertise et de leurs conseils scientifiques. Nous envisagerons également des partenariats avec des distributeurs spécialisés dans les produits de santé naturels, des professionnels de la santé et des praticiens en esthétique, qui pourront recommander et distribuer notre crème cicatrisante à leurs clients.

1.8 Ressources clés

Nos ressources clés englobent différents aspects nécessaires au bon fonctionnement de notre entreprise. Tout d'abord, nous nous assurerons d'avoir un approvisionnement régulier en *Atractylis* de haute qualité, en établissant des relations durables avec des fournisseurs fiables.

Nous disposerons également d'installations de production équipées pour formuler, fabriquer et conditionner notre crème cicatrisante selon les normes de qualité les plus strictes. Notre équipe sera composée de professionnels qualifiés dans les domaines de la recherche, de la formulation, de la production, du marketing et des ventes, qui apporteront leur expertise pour faire avancer notre entreprise. Enfin, nous allouerons des ressources financières pour soutenir nos activités de recherche, de production, de marketing et de distribution, en tenant compte des investissements initiaux et des dépenses opérationnelles.

1.9 Structure des coûts

Nos principaux coûts seront liés à l'approvisionnement en Atractylis et en autres ingrédients nécessaires à la fabrication de notre crème cicatrisante. Il sera essentiel de garantir la qualité et la régularité de ces approvisionnements. Les coûts de production engloberont les équipements, les installations, la main-d'œuvre et les autres dépenses associées à la fabrication du produit. Les activités de recherche et de développement nécessiteront des investissements pour les études, les tests et les analyses. Nous devons également allouer des ressources financières pour le marketing, la promotion, les campagnes publicitaires, la création de supports de communication et la participation à des événements. Enfin, nous tiendrons compte des coûts généraux, tels que les salaires, les loyers, les services publics, les frais administratifs et autres dépenses opérationnelles.

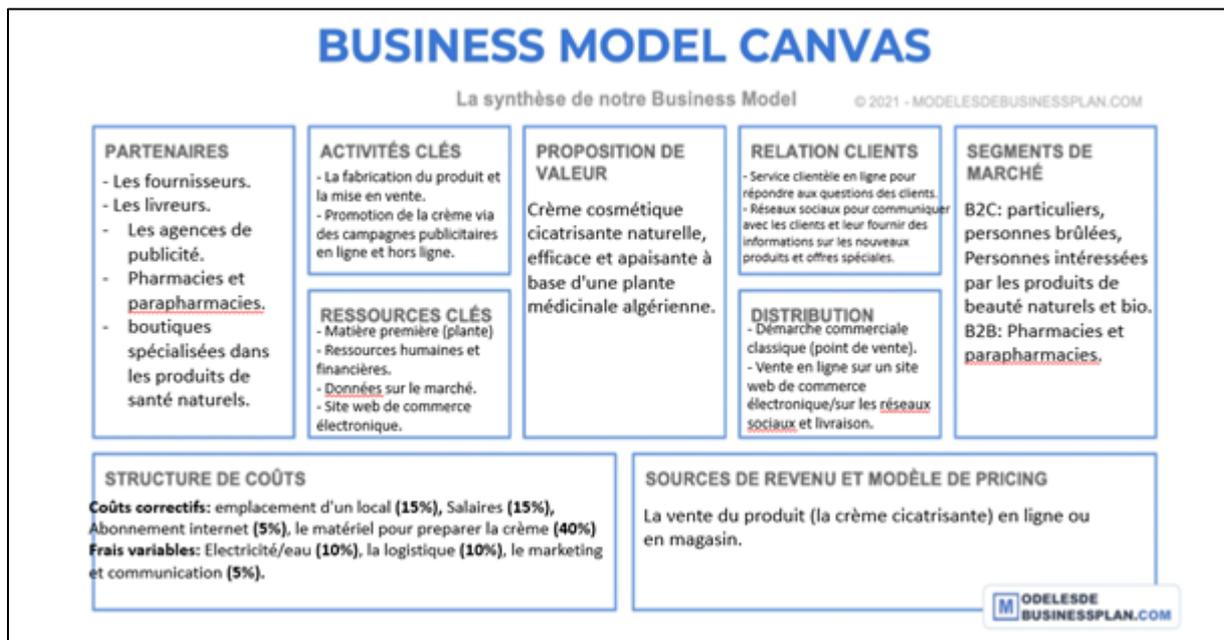


Figure 38 : BMC.

2 Axes du projet Start-up

2.1 Premier axe : Présentation du projet

2.1.1 L'idée de projet (la solution proposée)

Ces dernières années, l'Algérie a été touchée par une série d'incendies dévastateurs qui ont provoqué de nombreuses brûlures chez les personnes affectées. Ces événements tragiques ont poussé les chercheurs et les professionnels de la santé à rechercher des solutions plus efficaces pour traiter les brûlures et favoriser la guérison des victimes. Dans ce contexte, l'exploration des plantes médicinales algériennes pourrait offrir de nouvelles possibilités pour répondre à ce besoin urgent.

Après avoir effectué des recherches approfondies et pris la décision de lancer le projet, il est estimé que notre idée est fiable. Le produit « HEALFAST », une crème cicatrisante contre les brûlures, a été développé en se basant sur les données disponibles, notamment celles liées aux incendies en Algérie.

Ce projet a été lancé dans le domaine des produits de soin et de santé, plus spécifiquement dans le secteur des produits cicatrisants. L'objectif est de fournir un produit efficace et de haute qualité pour aider les personnes souffrant de brûlures à guérir plus rapidement et à atténuer les cicatrices. La mise en œuvre du projet se fait par la location d'un local équipé.

Le projet sera réalisé dans des installations de production appropriées et bien équipées pour répondre aux exigences de fabrication des produits de soin et de santé. La commercialisation du produit se fera à la fois en Algérie et sur d'autres marchés potentiels, en fonction de la demande et de la réglementation.

2.1.2 Les Valeurs suggérées

- **Expertise** : Forts de nos recherches approfondies et de nos connaissances en matière de plantes médicinales, nous apportons une expertise solide pour développer un produit de qualité.
- **Efficacité** : Le produit « HEALFAST » offre une efficacité prouvée dans la cicatrisation et possède des propriétés antibactériennes qui contribuent à un rétablissement rapide et efficace.

- **Authenticité** : En utilisant une plante médicinale algérienne, nous mettons en avant l'authenticité de notre produit et valorisons les ressources naturelles de la région.
- **Qualité** : Nous nous engageons à offrir un produit de haute qualité qui répond aux normes les plus strictes en matière de sécurité et d'efficacité, nous nous assurons donc de respecter les normes de sécurité tout au long du processus de production et de distribution de notre crème cicatrisante.
- **Accessibilité** : Nous souhaitons rendre le produit « HEALFAST » accessible à un large public, en proposant des prix compétitifs tout en maintenant sa qualité et son efficacité.
- **Durabilité** : Nous nous efforçons de minimiser notre impact sur l'environnement en utilisant des pratiques durables dans la production de notre crème cicatrisante.
- **Confiance** : Nous inspirons la confiance en garantissant la transparence, la traçabilité des ingrédients utilisés et en communiquant de manière claire sur les avantages et les résultats attendus du produit.
- **Innovation** : Nous restons à l'avant-garde de la recherche et de la technologie pour continuer à améliorer notre produit et proposer des solutions innovantes dans le domaine des soins cicatrisants.

2.1.3 L'équipe

Nous avons une équipe dynamique et compétente pour mener à bien notre projet, composée de deux membres qualifiés :

Selma Bouzebra :

Compétences : marketing et communication, gestion de projets, design graphique, rédaction de contenu visuel.

Qualifications : Étudiante.

Formations : Formations en innovation, communication, valorisation, management de projets, marketing et propriété intellectuelle organisées par l'ENVREDET.

Expérience : 2 ans d'expérience dans l'organisation d'événements et de projets, tels que HULT PRIZE, et la participation dans des compétitions d'idées de projets.

Chaima Amzel :

Compétences : Recherche scientifique, manipulation, microbiologie.

Qualifications : Étudiante.

Formations : BMC.

L'organisation du travail au sein de notre équipe repose sur une répartition claire des tâches et des responsabilités :

Chaima Amzel est responsable de la production, du contrôle qualité et de la recherche. Elle joue un rôle essentiel dans la mise en œuvre de la production de la crème cicatrisante HEALFAST, en veillant à ce que les normes de qualité soient respectées tout au long du processus. Elle effectue des recherches scientifiques pour améliorer en permanence le produit, en utilisant ses compétences en recherche et en microbiologie. De plus, elle est chargée de superviser les étapes de manipulation des ingrédients et de garantir l'efficacité du produit final.

Selma Bouzebra est responsable de la gestion de projet, de la communication externe, du community management, du marketing, de la conception graphique et de la rédaction de contenu. Elle joue un rôle clé dans la stratégie marketing de l'entreprise, en élaborant des plans et des campagnes promotionnelles, en identifiant les opportunités de marché et en assurant la visibilité et la notoriété du produit. Elle utilise également ses compétences en graphic design pour créer des supports visuels attrayants et en rédaction de contenu pour produire du contenu marketing percutant.

Les modes d'interaction et de communication au sein de notre équipe sont les suivants :

- Réunions régulières : Nous organisons des réunions périodiques pour discuter de l'avancement du projet, partager les informations importantes et prendre des décisions collectives.
- Communication directe : Nous favorisons une communication ouverte et directe entre les membres de l'équipe, ce qui facilite l'échange d'idées, la résolution des problèmes et la coordination des activités.
- Outils de communication : Nous utilisons des outils de communication tels que les e-mails, les appels téléphoniques et les messageries instantanées pour rester en contact et partager les informations rapidement et efficacement.

En combinant les compétences des deux étudiantes, notre équipe travaille en étroite collaboration pour assurer le succès de notre projet de développement de la crème cicatrisante « HEALFAST ».

2.1.4 Les Objectifs du projet

Notre objectif est de devenir le principal producteur de la crème cicatrisante en Algérie au cours des cinq premières années. Nous visons à atteindre une part de marché estimée à 30 % de la production totale en Algérie de crèmes cicatrisantes. Pour y parvenir, nous nous engageons à produire des quantités significatives de la crème « HEALFAST », en utilisant nos installations de production de pointe et en tirant parti des matières premières de haute qualité disponibles localement. Nous visons à répondre à une demande croissante pour des produits cicatrisants de qualité et à devenir la référence incontournable dans notre domaine. Nous mettrons également en place des stratégies marketing efficaces pour promouvoir la crème « HEALFAST », en ciblant les professionnels de la santé, les pharmacies et les consommateurs soucieux de leur bien-être. Avec notre engagement envers l'excellence, l'innovation et la satisfaction du client, nous sommes déterminés à atteindre nos objectifs ambitieux et à contribuer à améliorer les soins de cicatrisation en Algérie.

2.1.5 Le planning de réalisation du projet

			Mois						
			1	2	3	4	5	6	7
1		<ul style="list-style-type: none"> Établir une planification détaillée du projet, y compris les délais et les objectifs spécifiques. Réaliser une analyse approfondie des besoins du marché pour la crème cicatrisante « HEALFAST ». Effectuer une recherche sur la plante médicinale algérienne et ses propriétés cicatrisantes. 	✓						
2		<ul style="list-style-type: none"> Procéder à des expérimentations en laboratoire pour valider l'efficacité des plantes sélectionnées. Développer la formule de la crème cicatrisante HEALFAST en 		✓	✓				

		utilisant les résultats de la recherche.							
3		<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place le processus de production de la crème cicatrisante « HEALFAST ». • Élaborer les procédures de contrôle qualité pour assurer la conformité du produit aux normes établies. • Concevoir et réaliser les tests de stabilité du produit pour garantir sa durée de conservation optimale. • Effectuer des tests d'efficacité de la crème cicatrisante HEALFAST sur des échantillons représentatifs. 		✓	✓	✓			
4		<ul style="list-style-type: none"> • Établir les partenariats nécessaires pour l'approvisionnement en matières premières de qualité. • Préparer les documents réglementaires nécessaires pour la mise en conformité avec les exigences légales et sanitaires. • Mettre en place la chaîne de production de la crème cicatrisante HEALFAST. • Former le personnel sur les bonnes pratiques de fabrication et les normes de contrôle qualité. 			✓	✓	✓		

5		<ul style="list-style-type: none"> • Lancer la production de la crème cicatrisante HEALFAST à petite échelle pour les premiers tests de marché. • Collecter les retours des clients et ajuster si nécessaire la formule ou les processus de production. • Élaborer une stratégie de marketing et de communication pour promouvoir la crème cicatrisante HEALFAST. • Préparer les supports marketing tels que les brochures, les fiches techniques et les visuels. 							
6		<ul style="list-style-type: none"> • Lancer officiellement la commercialisation de la crème cicatrisante HEALFAST sur le marché. • Suivre les performances du produit, collecter les commentaires des clients et apporter les améliorations nécessaires. 							

2.2 Deuxième axe : Aspects innovants

2.2.1 La nature des innovations

La nature de l'innovation adoptée dans le projet peut être qualifiée à la fois d'innovation du marché, d'innovation radicale et d'innovation croissante.

L'idée de proposer un système de recyclage des boîtes vides et de les remplacer par des boîtes remplies constitue une innovation du marché. Elle répond à un besoin nouveau et offre une proposition de valeur différenciée par rapport aux offres traditionnelles.

Le concept de recyclage des boîtes vides et de les remettre remplies, tout en réduisant le prix de la boîte, implique une approche radicale. Elle remet en question les pratiques conventionnelles d'emballage et de distribution en introduisant un modèle novateur et durable.

2.2.2 Les domaines d'innovation

L'introduction de ce concept peut nécessiter de nouveaux processus pour la collecte et le recyclage des boîtes vides. Cela permet d'augmenter la rentabilité en améliorant l'efficacité des opérations de recyclage.

Les boîtes recyclables qui se remplacent à chaque achat offrent une fonctionnalité améliorée par rapport aux emballages traditionnels. Elles permettent aux clients de bénéficier d'une expérience de consommation renouvelée tout en contribuant à la durabilité environnementale grâce au recyclage des boîtes vides.

Cette approche peut attirer de nouveaux segments de clientèle sensibles à la durabilité et au recyclage. Les consommateurs qui cherchent à réduire leur empreinte environnementale et à adopter des modes de consommation plus durables peuvent être attirés par cette offre de boîtes recyclables.

Les boîtes recyclables qui se remplacent à chaque achat représentent une offre de produit innovante axée sur la durabilité et le recyclage. Elles proposent une manière unique de fournir et de consommer des produits tout en contribuant à la réduction des déchets et à la préservation de l'environnement.

Cette idée peut entraîner une modification du modèle d'affaires existant en intégrant le concept des boîtes recyclables dans le processus de vente et de distribution. Cela crée un nouveau système de création de valeur, mettant l'accent sur le recyclage des boîtes vides et l'interaction continue avec les clients en faveur de la durabilité.

2.3 Troisième axe : Analyse stratégique du marché

2.3.1 Le segment du marché

Le marché potentiel pour notre crème cicatrisante « HEALFAST » comprend un groupe d'individus et d'institutions qui ont des besoins liés à la cicatrisation et qui sont susceptibles d'acheter nos produits pour les satisfaire. Il s'agit de personnes qui ont été motivées par des problèmes de cicatrisation, tels que des brûlures ou des plaies, et qui cherchent des solutions efficaces. Ce marché potentiel est situé en Algérie, où les incidents tels que les incendies peuvent provoquer des blessures nécessitant une cicatrisation rapide et efficace. La taille exacte de ce marché potentiel doit être évaluée à travers une étude de marché approfondie.

En analysant ce marché potentiel, nous avons identifié un marché cible spécifique pour notre crème cicatrisante « HEALFAST ». Il s'agit des individus soucieux de leur bien-être, des professionnels de la santé, des pharmacies et des centres de soins médicaux qui sont à la recherche de solutions cicatrisantes efficaces et naturelles. Nous avons choisi ce marché cible en raison de son besoin avéré pour des produits de qualité et de confiance dans le domaine de la cicatrisation. Nous croyons que notre crème cicatrisante « HEALFAST » répondra à leurs attentes en termes d'efficacité, de sécurité et de naturalité.

2.3.2 La mesure de l'intensité de la concurrence

Pour mesurer l'intensité de la concurrence pour notre crème cicatrisante « HEALFAST », nous devons prendre en compte les éléments suivants :

2.3.2.1 Concurrents directs et indirects :

Nous avons identifié plusieurs concurrents directs et indirects dans le marché des produits cicatrisants en Algérie. Parmi les concurrents directs, nous retrouvons des marques de crèmes cicatrisantes déjà établies sur le marché. Il peut s'agir de marques nationales ou internationales proposant des produits similaires à notre crème cicatrisante telles que SULFADIAZINE NOVAGENERICS®. Les concurrents indirects incluent d'autres solutions de cicatrisation alternatives telles que des remèdes naturels traditionnelles.

2.3.2.2 Forces et faiblesses des concurrents :

Il est important de prendre en compte des facteurs tels que la réputation de la marque, la qualité du produit, la distribution, la communication et la fidélité des clients. Les résultats de notre recherche, basée sur un sondage auprès de 98 participants, révèlent que 59,2% des personnes interrogées n'ont jamais utilisé de plantes traditionnelles pour traiter les brûlures. Cependant, 68% des participants recommandent l'utilisation de plantes médicinales pour traiter ces brûlures. De plus, une majorité écrasante de 83,5% des sondés se montre prête à utiliser

notre produit. Ces résultats témoignent d'un intérêt prometteur pour notre solution « HEALFAST » dans le traitement des brûlures.

2.3.3 La stratégie marketing

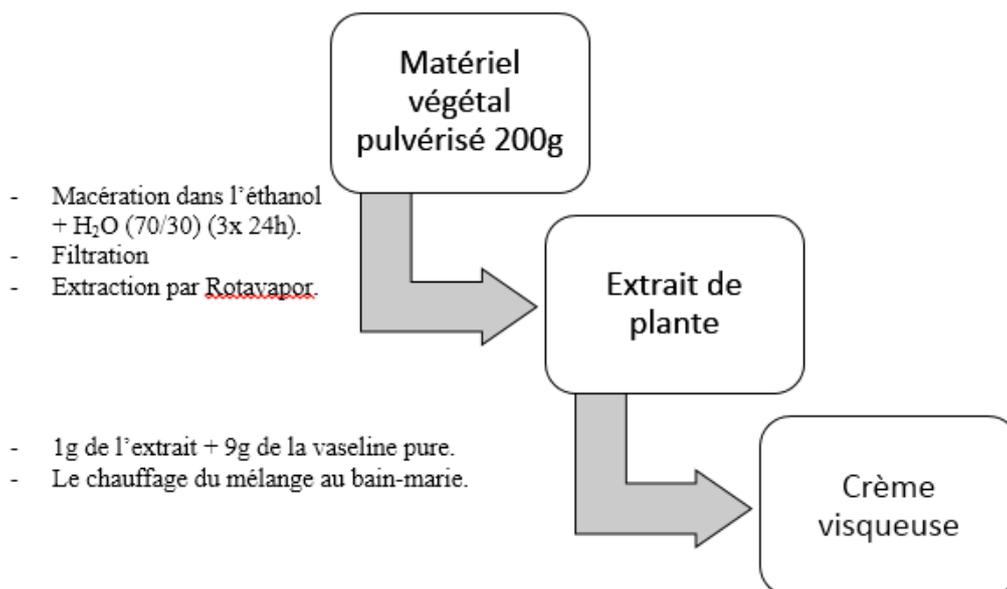
Dans notre stratégie de commercialisation, nous mettons l'accent sur des prix compétitifs en optimisant nos coûts grâce à l'utilisation de technologies de pointe. De plus, nous avons mis en place un site web qui joue un rôle clé dans la distribution de nos produits et la gestion des commandes.

Grâce à notre site web, nous offrons à nos clients une plateforme conviviale où ils peuvent facilement passer leurs commandes en ligne. Le site permet également de recueillir les doléances et les réclamations des clients, ce qui nous permet de réagir rapidement et de résoudre les problèmes éventuels. Nous accordons une grande importance à la satisfaction de nos clients et nous nous efforçons de leur offrir un service de qualité.

En utilisant la technologie de pointe, nous optimisons nos processus de distribution et de gestion des commandes, ce qui nous permet d'assurer une livraison rapide et efficace de nos produits. Nous visons à offrir une expérience client fluide et agréable, en mettant à leur disposition un système en ligne fiable et sécurisé.

2.4 Quatrième axe : Plan de production et organisation

2.4.1 Le processus de production



Le processus de fabrication de la crème « HEALFAST » comprend les étapes suivantes :

- **Macération dans l'éthanol**

Les matières premières végétales sont placées dans un mélange d'éthanol et d'eau dans un rapport de 70/30. Ce mélange est laissé en macération pendant 3 jours. Cette étape permet d'extraire les composés bénéfiques de la plante médicinale.

- **Filtration**

Après la macération, le mélange est filtré pour éliminer les particules solides et obtenir un extrait liquide purifié.

- **Extraction par l'évaporateur rotatif**

L'extrait liquide obtenu est ensuite soumis à une extraction par Rotavapor, qui est un appareil de distillation sous vide utilisé pour séparer les solvants de l'extrait. Cette étape permet d'obtenir un concentré de l'extrait avec une concentration plus élevée en principes actifs.

- **Ajout de l'extrait et de la vaseline**

Une quantité spécifique de l'extrait concentré est mélangée avec de vaseline. Ces proportions peuvent varier en fonction de la formule spécifique de la crème « HEALFAST ».

- **Chauffage du mélange au bain-marie**

Le mélange d'extrait concentré et de vaseline est chauffé doucement au bain-marie pour faciliter la fusion des ingrédients et obtenir une consistance homogène. Cette étape permet de préparer la crème cicatrisante prête à être conditionnée et emballée.

2.4.2 L'approvisionnement

Pour assurer une gestion efficace des approvisionnements, basée sur les données précédentes, nous avons élaboré les éléments suivants :

- **Politique d'achat :**

Notre politique d'achat repose sur l'acquisition de matières premières de haute qualité, de matériaux et de fournitures conformes à nos exigences. Nous privilégions les fournisseurs qui partagent nos valeurs en termes de durabilité et de respect de l'environnement. Cette

politique garantit que nos produits sont fabriqués avec des composants fiables et respectueux des normes de qualité.

- **Les fournisseurs clés :**

Ce sont les fournisseurs de matières premières végétales : Ils peuvent fournir la plante médicinale du genre *Atractylis* utilisée dans la fabrication de la crème HEALFAST. Ces fournisseurs doivent être des producteurs de la plante.

Fournisseurs d'éthanol : Étant donné que le processus de fabrication de la crème « HEALFAST » implique la macération dans l'éthanol, il est important d'avoir des fournisseurs d'éthanol de qualité pour assurer la pureté et l'efficacité de l'extraction.

Fournisseurs de vaseline : La vaseline est un ingrédient clé dans la formulation de la crème « HEALFAST ». Il est important d'établir des partenariats avec des fournisseurs de vaseline de confiance pour garantir la qualité du produit final.

Fournisseurs d'équipements de laboratoire : Pour mener à bien les différentes étapes du processus de fabrication, il peut être nécessaire d'acquérir des équipements de laboratoire tels que l'évaporateur rotatif, des filtres, des bains-marie, etc. Des fournisseurs spécialisés dans les équipements de laboratoire peuvent être nécessaires pour fournir ces équipements.

Fournisseurs d'emballages : Une fois la crème « HEALFAST » fabriquée, il est essentiel d'avoir un emballage adéquat sous forme de pot en principe pour conditionner le produit de manière appropriée.

- **Politique de paiement et délais de réception :**

Dans le cadre du projet « HEALFAST », nous avons adopté une politique de paiement qui consiste à effectuer un paiement initial de la moitié du montant convenu avec les fournisseurs lors de la passation de la commande. Cette avance témoigne de notre engagement envers nos fournisseurs et contribue à établir une relation de confiance mutuelle.

Une fois la commande complétée et les fournitures prêtes à être livrées, nous effectuons le paiement du reste du montant convenu. Cela se fait lors de la réception du matériel et après avoir effectué les vérifications de qualité et de conformité requises. Cette approche de paiement partiel avant et partiel après la réception vise à garantir la satisfaction des fournisseurs tout en protégeant nos intérêts en tant qu'acheteur.

En ce qui concerne les délais de réception, nous nous efforçons de négocier des délais raisonnables avec nos fournisseurs, en tenant compte de la disponibilité des produits et des contraintes de production. Nous cherchons à maintenir une communication régulière avec nos fournisseurs afin de suivre l'avancement des commandes et de nous assurer que les délais convenus sont respectés autant que possible.

2.4.3 La main d'œuvre

Nous avons actuellement décidé de travailler en tant que co-fondatrices, Selma Bouzebra et Chaima Amzel dans la phase actuelle du projet. Nous assumons toutes les responsabilités opérationnelles du projet, y compris la production de la crème cicatrisante, la gestion, le marketing et la logistique. À ce stade, nous avons choisi de limiter le nombre de postes salariés et de travailler en tant qu'équipe réduite afin de contrôler les coûts et de maximiser l'efficacité. Nous prévoyons d'assumer les différentes tâches nécessaires à la réalisation du projet, en utilisant nos compétences complémentaires et notre expérience dans les domaines concernés.

Cependant, à mesure que le projet se développe et que la demande pour la crème « HEALFAST » augmente, nous pourrions envisager d'élargir notre équipe et de créer des postes supplémentaires en fonction des besoins identifiés. Nous accorderons une attention particulière à l'embauche de personnes compétentes et qualifiées qui partagent notre vision et notre engagement envers la qualité et l'efficacité. Notre objectif est de garantir la viabilité et la croissance du projet tout en fournissant des emplois stables et rémunérateurs.

Nous avons défini les exigences de main-d'œuvre en fonction de la nature spécifique de notre activité. Nous recherchons un expert en formulation de produits cosmétiques, capable de développer des formules efficaces et sûres pour notre crème cicatrisante. Il devait avoir une connaissance approfondie des ingrédients actifs, des normes de sécurité et des bonnes pratiques de formulation.

Étant donné que notre crème cicatrisante est destinée à être appliquée sur la peau, il est crucial d'avoir des connaissances en microbiologie pour garantir la stérilité et l'absence de contaminants dans le produit final. Les experts en microbiologie seront responsables des tests et de la surveillance de la qualité microbiologique de notre crème.

Nous aurons besoin également de personnel qualifié pour manipuler les matières premières utilisées dans la production de notre crème cicatrisante. Ces individus devront avoir une connaissance approfondie des procédures de manipulation sûre et des normes de sécurité.

Nous avons identifié les différents lieux nécessaires pour le projet HEALFAST, tels que les endroits où nous fabriquons nos produits, les laboratoires de recherche et développement, les entrepôts pour le stockage, ainsi que les bureaux administratifs. Le choix de ces emplacements dépendra de la disponibilité des ressources, de la proximité des matières premières et des considérations logistiques afin de garantir une production efficace et une distribution optimale de notre produit.

2.4.4 Les principaux partenaires

Nous identifions plusieurs principaux partenaires qui peuvent contribuer à la réalisation du projet et apporter un soutien essentiel tels que les fournisseurs de matières premières de qualité pour la production de notre crème cicatrisante, les autorités locales et les organismes gouvernementaux peuvent aussi fournir des incitations fiscales, des subventions ou des conseils réglementaires pour faciliter la mise en place de l'entreprise et assurer sa conformité aux lois et règlements en vigueur. La collaboration avec des laboratoires de recherche et de développement peut apporter une expertise scientifique, des ressources techniques et des connaissances approfondies dans les domaines de la formulation, de la microbiologie et des tests de sécurité. Leur contribution peut contribuer à améliorer l'efficacité de notre crème cicatrisante.

Les partenaires financiers tels que les banques et les institutions de financement peuvent fournir des ressources financières nécessaires pour le démarrage et la croissance du projet. Ils peuvent offrir des prêts, des lignes de crédit ou des investissements pour soutenir nos opérations, l'achat d'équipements et le développement de notre infrastructure.

Les programmes d'incubation et d'accélération d'entreprises peuvent offrir un soutien précieux en termes de mentorat, de formation, de réseautage et de conseils stratégiques. En collaborant avec ces acteurs, nous pouvons bénéficier de leur expertise et de leur réseau pour accélérer la croissance et le succès de notre projet.

2.5 Cinquième axe : Plan financier

2.5.1 Les coûts et les charges

Les coûts et les charges sont des éléments essentiels à prendre en compte dans notre projet HEALFAST, car ils affectent directement la rentabilité du projet et notre capacité à générer des bénéfices. Les coûts se réfèrent aux dépenses engagées pour la production de notre produit, tandis que les charges désignent les dépenses liées aux activités opérationnelles de l'entreprise.

Dans le cadre de notre projet, nous devons identifier et évaluer tous les coûts et charges associés à la fabrication de notre crème cicatrisante, ainsi qu'à la commercialisation et à la distribution du produit. Cela comprend les coûts des matières premières, des emballages, de la main-d'œuvre, des équipements, ainsi que les frais de marketing, de publicité, de distribution et administratifs.

Le coût de 5 g de l'extrait :

Le cout de la matière première 20 DA + l'alcool 75 DA + Les frais généraux 5 DA= 100 DA.

Une boîte de produit fini contient : 45 g de vaseline 100 DA + 5g d'extrait 100 DA + l'emballage avec étiquetage 50 DA = 250 DA.

Le coût total de la boîte : 250 DA + les charges fixes 120 DA = 370 DA + charges variables 300 DA = 670 DA + marge de bénéfice de 25% soit 170 DA, ce qui donne un coût total de 840 DA en HT.

En ajoutant un taux de TVA de 19 % 840 DA, soit 160 DA. Le prix unitaire de vente devient de 1000 DA toutes taxes comprises (TTC).

2.5.2 Le chiffre d'affaires

Tableau 14 : Chiffre d'affaire.

	REALISATION	PREVISION				
Produit A destiné Client	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Quantité produit A	42	30	70	300	250	450
Prix HT produit A	35,280	21,000	49,560	211,680	176,400	317,520
<u>Ventes produit A</u>	142,857	403,361	1,008,403	1,512,605	2,016,807	2,521,008
CHIFFRE D'AFFAIRES GLOBAL	178,137	424,361	1,057,963	1,724,285	2,193,207	2,838,528

Le tableau met en évidence la progression des réalisations et des prévisions du chiffre d'affaire pour le produit HEALFAST. Ces données témoignent de la croissance et du potentiel de succès de notre produit sur le marché.

Nous avons prévu un chiffre d'affaire de 178,137 DA pour la période N. Les prévisions pour les périodes suivantes sont de 424,361 (N+1), 1,057,963 (N+2), 1,724,285 (N+3), 2,193,207 (N+4) et 2,838,528 (N+5). Ces chiffres démontrent une augmentation significative des ventes, soulignant la demande croissante pour notre produit.

2.5.3 Les comptes de résultats escomptés

Dans le cadre du projet HEALFAST, l'inclusion des "comptes de résultats escomptés" dans notre planification financière est essentielle. Ce tableau nous permet d'estimer et de prévoir les revenus, les dépenses et les bénéfices nets prévus pour l'entreprise. En ayant une vision claire de nos résultats financiers anticipés, nous sommes en mesure de prendre des décisions éclairées pour le développement et la croissance de HEALFAST.

Tableau 15 : Tableau de comptes des résultats (TCR).

COMPTES DE RESULTATS (en DZD)	REALISATION		PREVISION			
	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Ventes et produits annexes	142,857	403,361	1,008,403	1,512,605	2,016,807	2,521,008
Variation stocks de produits finis et en cours	35,280	21,000	49,560	211,680	176,400	317,520
Production immobilisée						
Subvention d'exploitation						
Production de l'exercice	178,137	424,361	1,057,963	1,724,285	2,193,207	2,838,528
Achats consommés	50,000	120,000	240,000	324,000	600,000	600,000
Services extérieurs et autres consommations	315,000	319,200	325,800	331,200	336,600	342,000
Consommation de l'exercice	365,000	439,200	565,800	655,200	936,600	942,000
Valeur ajoutée d'exploitation	-186,863	-14,839	492,163	1,069,085	1,256,607	1,896,528
Charges de personnel	0	0	480,000	480,000	600,000	672,000
Impôts, taxes et versements assimilés	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Excédent brut d'exploitation	-191,863	-19,839	7,163	584,085	651,607	1,219,528
Autres produits opérationnels	0				0	0
Autres charges opérationnelles	0				0	
Dotations aux amortissements	0	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
provisions et pertes de valeurs	0	4,034	10,084	15,126	20,168	25,210
Reprise sur pertes de valeur et provisions	0				0	0
Résultat opérationnel	-191,863	-53,873	-32,921	538,959	601,439	1,164,318
Produits financiers	0				0	0
Charges financières	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Résultat financier	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000
Résultat ordinaire avant impôts	-193,863	-55,873	-34,921	536,959	599,439	1,162,318
Impôts exigibles sur résultats ordinaires	0	0	0	97,280	152,456	250,610
Impôt différé (Variation) sur résultat ordinaire	0				0	0
Total des produits des activités ordinaires	0				0	0
Total des charges des activités ordinaires	0				0	0
Résultat net des activités ordinaires	-193,863	-55,873	-34,921	439,679	446,983	911,708
Eléments extraordinaires (produits)	0				0	0
Eléments extraordinaires (charges)	0				0	0
Résultat extraordinaire	0	0	0	0	0	0
Résultat net de l'exercice	-193,863	-55,873	-34,921	439,679	446,983	911,708

Le plan de trésorerie est un outil essentiel dans la gestion financière de notre projet. Il nous permet de prévoir et de gérer nos flux de trésorerie, c'est-à-dire les entrées et les sorties d'argent, sur une période donnée.

Tableau 16 : Plans de trésorerie.

PLAN DE TRESORERIE année N (HEALFAST)													
Libellé	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Totaux
1- Recettes d'exploitation													
vente de production								20,000	30,000	40,000	40,000	40,000	170,000
Total recettes d'exploitation	0	0	0	0	0	0	0	20,000	30,000	40,000	40,000	40,000	170,000
2- Dépenses d'exploitation													
Achats							10,000	10,000	20,000	10,000			50,000
Services (location+publicité)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	240,000
Salaires													0
Charges Sociales						70,000							70,000
Impots et Taxes												5,000	5,000
F. Bancaires												2,000	2,000
F. Assurances					3,000								3,000
Total dépenses d'exploitation	20,000	20,000	20,000	20,000	23,000	90,000	30,000	30,000	40,000	30,000	20,000	27,000	370,000
3- Dépenses d'investissement													
Evaporateur rotatif					120,000								120,000
Déstilateur					30,000								30,000
Total dépenses d'investissement	0	0	0	0	150,000	0	150,000						
Total (exploitation+ investissement)	20,000	20,000	20,000	20,000	173,000	90,000	30,000	30,000	40,000	30,000	20,000	27,000	520,000

PLAN DE TRESORERIE année N+1 (HEALFAST)													
Libellé	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Totaux
1- Recettes d'exploitation													
vente de production	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	480,000
Total recettes d'exploitation	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	480,000
2- Dépenses d'exploitation													
Achats	20,000	20,000		20,000		20,000	20,000		20,000				120,000
Services (location+publicité)	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	20,400	244,800
Salaires													0
Charges Sociales						70,000							70,000
Impots et Taxes												5,000	5,000
F. Bancaires												2,000	2,000
F. Assurances					2,400								2,400
Total dépenses d'exploitation	40,400	40,400	20,400	40,400	22,800	110,400	40,400	20,400	40,400	20,400	20,400	27,400	444,200
3- Dépenses d'investissement													
													0
Total dépenses d'investissement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (exploitation+ investissement)	40,400	40,400	20,400	40,400	22,800	110,400	40,400	20,400	40,400	20,400	20,400	27,400	444,200

PLAN DE TRESORERIE année N+2 (HEALFAST)													
Libellé	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Totaux
1- Recettes d'exploitation													
vente de production	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	1,200,000
Total recettes d'exploitation	100,000	1,200,000											
2- Dépenses d'exploitation													
Achats	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	240,000
Services (location+publicité)	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	252,000
Salaires	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	480,000
Charges Sociales						70,000							70,000
Impots et Taxes												5,000	5,000
F. Bancaires												2,000	2,000
F. Assurances					1,800								1,800
Total dépenses d'exploitation	81,000	81,000	81,000	81,000	82,800	151,000	81,000	81,000	81,000	81,000	81,000	88,000	1,050,800
3- Dépenses d'investissement													
													0
Total dépenses d'investissement	0												
Total (exploitation+ investissement)	81,000	81,000	81,000	81,000	82,800	151,000	81,000	81,000	81,000	81,000	81,000	88,000	1,050,800

PLAN DE TRESORERIE année N+3 (HEALFAST)													
Libellé	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Totaux
1- Recettes d'exploitation													
vente de production	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	1,800,000
Total recettes d'exploitation	150,000	1,800,000											
2- Dépenses d'exploitation													
Achats	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	324,000
Services (location+publicité)	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	21,500	258,000
Salaires	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	480,000
Charges Sociales						70,000							70,000
Impots et Taxes												5,000	5,000
F. Bancaires												2,000	2,000
F. Assurances					1,200								1,200
Total dépenses d'exploitation	88,500	88,500	88,500	88,500	89,700	158,500	88,500	88,500	88,500	88,500	88,500	95,500	1,140,200
3- Dépenses d'investissement													0
Total dépenses d'investissement	0												
Total (exploitation+ investissement)	88,500	88,500	88,500	88,500	89,700	158,500	88,500	88,500	88,500	88,500	88,500	95,500	1,140,200

PLAN DE TRESORERIE année N+4 (HEALFAST)													
Libellé	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Totaux
1- Recettes d'exploitation													
vente de production	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	2,400,000
Total recettes d'exploitation	200,000	2,400,000											
2- Dépenses d'exploitation													
Achats	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	600,000
Services (location+publicité)	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	264,000
Salaires	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	600,000
Charges Sociales						70,000							70,000
Impots et Taxes					97,280							5,000	102,280
F. Bancaires												2,000	2,000
F. Assurances					600								600
Total dépenses d'exploitation	122,000	122,000	122,000	122,000	219,880	192,000	122,000	122,000	122,000	122,000	122,000	129,000	1,638,880
3- Dépenses d'investissement													0
Total dépenses d'investissement	0												
Total (exploitation+ investissement)	122,000	122,000	122,000	122,000	219,880	192,000	122,000	122,000	122,000	122,000	122,000	129,000	1,638,880

PLAN DE TRESORERIE année N+5 (HEALFAST)													
Libellé	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Totaux
1- Recettes d'exploitation													
vente de production	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	3,000,000
Total recettes d'exploitation	250,000	3,000,000											
2- Dépenses d'exploitation													
Achats	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	600,000
Services (location+publicité)	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	270,000
Salaires	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	56,000	672,000
Charges Sociales						70,000							70,000
Impots et Taxes					152,456							5,000	157,456
F. Bancaires												2,000	2,000
F. Assurances													0
Total dépenses d'exploitation	128,500	128,500	128,500	128,500	280,956	198,500	128,500	128,500	128,500	128,500	128,500	135,500	1,771,456
3- Dépenses d'investissement													0
Total dépenses d'investissement	0												
Total (exploitation+ investissement)	128,500	128,500	128,500	128,500	280,956	198,500	128,500	128,500	128,500	128,500	128,500	135,500	1,771,456

Le bilan prévisionnel est un élément clé de notre projet HEALFAST, car il nous permet d'évaluer la situation financière de l'entreprise à un moment donné, en prenant en compte les actifs, les passifs et les capitaux propres. Il nous permet de déterminer le montant des capitaux propres de l'entreprise, qui représente la différence entre les actifs et les passifs. Il s'agit d'un indicateur important de la solidité financière de l'entreprise et de sa capacité à honorer ses obligations.

BLANS Prévisionnel:						
ACTIF						
	REALISATION	PREVISION				
En DZD	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Immobilisation Incorporelles	-	-	-	-	-	-
Immobilisation Corporelles	150,000	120,000	90,000	60,000	30,000	0
Terrain						
Bâtiment						
Autres Immobilisations Corporelles						
Immobilisations en concession						
Immobilisation en cours	-	-	-	-	-	-
Immobilisations Financières	-	-	-	-	-	-
Titres mis en équivalence						
Autres participations et créances rattachées						
Autres Titres immobilisés						
Prets et autres titres financiers non courants						
Impôts différés actif						
ACTIF NON COURANT	150,000	120,000	90,000	60,000	30,000	0
Stocks et encours	50,000	30,000	70,000	300,000	250,000	450,000
Créances et emplois assimilés	-	-	-	-	-	-
Clients	20,000	20,000	15,000	35,000	210,500	350,000
Autres débiteurs					100,000	200,000
Impôts et assimilés						
Autres créances et emplois assimilés						
Disponibilités et assimilés	-	-	-	-	-	-
Placements et autres actifs financiers courants						
Trésorerie	186,137	180,264	140,343	457,302	763,961	1,364,323
ACTIF COURANT	256,137	230,264	225,343	792,302	1,324,461	2,364,323
TOTAL ACTIF	406,137	350,264	315,343	852,302	1,354,461	2,364,323
PASSIF						
	REALISATION	PREVISION				
En DZD	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
CAPITAUX PROPRES						
Capital émis	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000
Capital non appelé						
Ecart de réévaluation						
Primes et réserves- Réserves Consolidées						
Résultat net- RN part du groupe	-193,863	-55,873	-34,921	439,679	446,983	911,708
Autres capitaux propres- report à nouveau		-193,863	-249,736	-284,657	155,022	602,005
(1) Part de la société consolidante						
CAPITAUX PROPRES	406,137	350,264	315,343	755,022	1,202,005	2,113,713
PASSIFS NON-COURANTS						
Emprunts et dettes financières						
impôt différé passif						
Autres dettes non courantes						
Provisions et produits constatés d'avance						
PASSIFS NON-COURANTS	0	0	0	0	0	0
PASSIFS COURANTS						
Fournisseurs et comptes rattachés						
Impôts				97,280	152,456	250,610
Autres dettes						
Trésorerie passif						
PASSIFS COURANTS	0	0	0	97,280	152,456	250,610
TOTAL PASSIF	406,137	350,264	315,343	852,302	1,354,461	2,364,323
Verification de l'équilibre Actif/Passif	0	0	0	0	0	0

2.6 Sixième axe : Prototype expérimental

Nous avons développé un prototype pour le projet. Ce prototype représente la première version de notre crème cicatrisante en pot. Il est conçu pour démontrer les caractéristiques et les fonctionnalités clés de « HEALFAST ». Notre prototype est un échantillon physique du produit, avec son emballage. Nous avons également créé des supports visuels tels que des photos et une conception graphique du site web pour présenter le prototype de manière interactive. Le prototype nous permettra de tester et d'affiner le produit avant sa production en série, en tenant compte des retours des utilisateurs et en effectuant d'éventuelles améliorations.

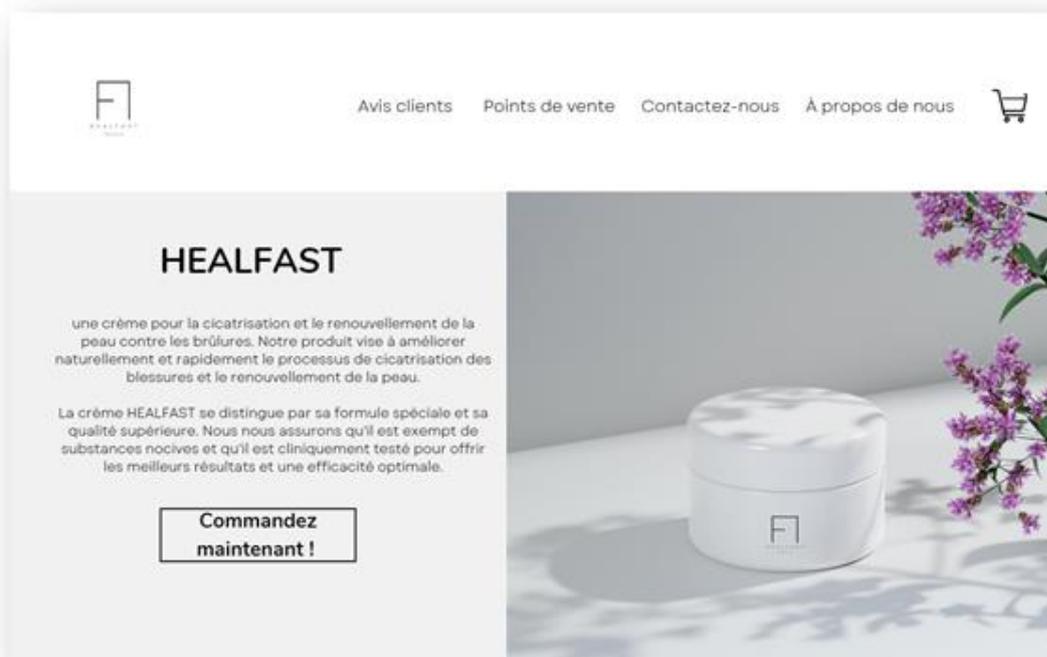


Figure 39 : Conception graphique du site web.



Figure 40 : Prototype primaire du produit